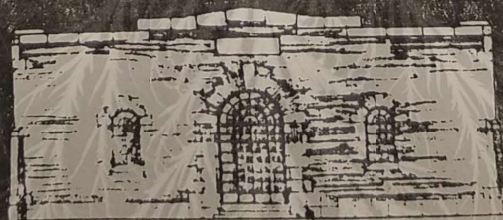
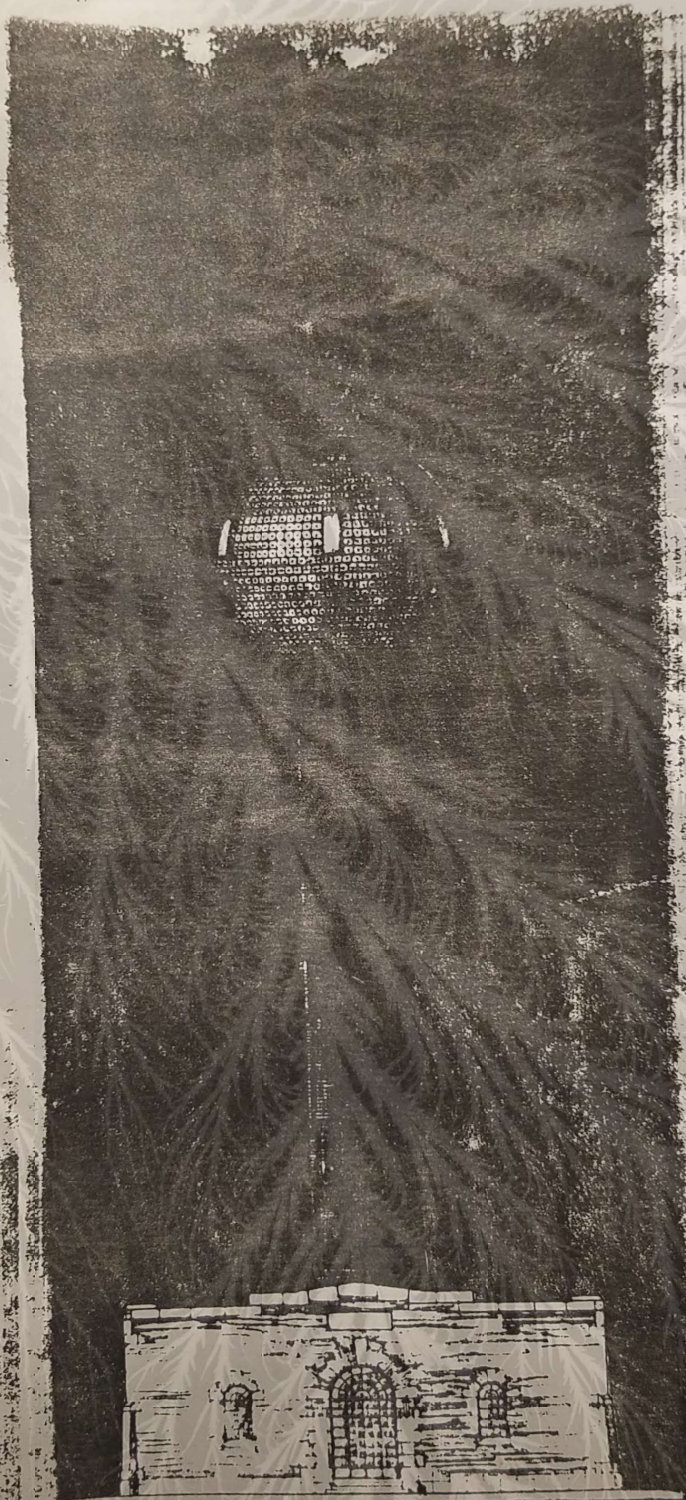


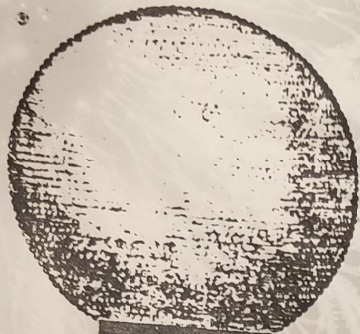
Amos-
1938

Amos-
1938
The 1938
Proposed - 1938 - 1942



TOWER AND POWERHOUSE
1938
NIKOLA TESLA E23.





HIGH POTENTIAL
TERMINAL
AND
POWERHOUSE
FOR

NIKOLA TESLA E.V.S.

ARCHITECT:
TITUS DE BOBILA
N.Y.CITY

SCALE 0 5 10 20 FEET

TOWER

CASCADE

POWER-ROOM



MUSEUM
NIKOLA TESLA





TO PER AND PUBLISHED
BY
MICOLA TRINIA 523

0263



NEW ART

of

PROJECTING CONCENTRATED NON-DISPERSIVE ENERGY THROUGH
NATURAL MEDIA

Briefly Exposed
by

NIKOLA TESLA

The advances to be described are the result of my researches and experiments carried on for many years with the chief object of transmitting electrical energy to great distances. The first important practical realization of these efforts was the alternating current power system now in universal use. I then turned my attention to wireless transmission and was fortunate enough to achieve similar success in this fruitful field, my discoveries and inventions being employed throughout the world. In the course of this work I mastered the technique of high potentials sufficiently for enabling me to construct and operate, in 1899, a wireless transmitter developing up to twenty million volts. Some time before I had contemplated the possibility of transmitting such high tension currents over a narrow beam of radiant energy ionizing the air and rendering it, in a measure, conductive. After preliminary laboratory experiments I made tests on a large scale with the transmitter referred to and a



MS
2
The Nikola Tesla Beam Project - 1936-1942, 1983, 1994, 1996
Page 7



beam of ultra-violet rays of great energy in an attempt to conduct the current to the high rarefied strata of the air and thus create an auroral display such as might be utilized for illumination, especially of oceans, at night. I found that there was some virtue in the principle but the results did not justify the hope of important practical applications although, some years later, several inventors claimed to have produced a "death ray" in this manner. While the published reports to this effect were entirely unfounded, I believe that with the new transmitter to be built this and many other wonders will be achieved. Much time was also devoted by me to the transmission of radiant energy, in various forms, by reflectors and I perfected means for increasing enormously the intensity of the effects, but was baffled in all my efforts to materially reduce dispersion and became fully convinced that this handicap could only be overcome by conveying the power through the medium of small particles projected, at prodigious velocity, from the transmitter. Electrostatic repulsion was the only means to this end and apparatus of stupendous force would have to be developed, but granted that sufficient speed and energy could be realized with a single row of minute bodies then there would be no dispersion whatever even at the greatest distance. Since the cross section of

Anders
MSS
The Tesla-Patented Beam Proposal - 1736-1942, 183, 1944, 1776
1007



the carriers might be reduced to almost microscopic dimensions an immense concentration of energy, irrespective of distance, could be attained.

When I undertook to carry out this plan in practice the difficulties seemed insurmountable. In the first place, a closed vacuum tube could not be employed as no window could withstand the force of the impact. This made it absolutely necessary to project the particles in free air which meant that each could hold only an insignificant charge. Thus, no matter how high the potential of the terminal, the force of repulsion would be necessarily too small for the purpose contemplated. In illustration, reference may be made to a plant erected by me in 1903, a photograph of which is shown on the annexed sheet and which was provided with a spherical high potential terminal twenty meters in diameter. Now, a sphere of a radius $R = 1000$ centimeters can be charged to a potential of $100 \times R = 10^5$ e.s. units or 3×10^7 volts and will then contain a quantity of electricity $Q = 100 \times R^2 = 10^8$ e.s. units. With this charge the electric surface density will be a little less than 8 e.s. units and the limit of the dielectric strength of the air is reached. Similarly, the charge stored on a small particle of radius r will

Advance
1955
The Tesla Particle Beam Project 1901-1903



be limited to the value $q = 100 r^2$. If $r = 1/100$ of one centimeter, for example, then $q = 1/100$ e.s. units. Thus the force repelling the particle at the distance R will be $Cq/R^2 = 1$ dyne only. So that, with all the known resources of the previous art, and even a huge terminal as assumed, charged to the maximum pressure of thirty millions of volts, any attempt to project particles to great distance with destructive effect, would be futile. But by the application of my discoveries and inventions it is possible to increase the force of repulsion more than a million times and what was heretofore impossible, is rendered easy of accomplishment. The successful carrying out of the plan involves a number of more or less important improvements but the principal among these are the following:

1. A new form of high vacuum tube open to the atmosphere.
2. Provisions for imparting to a minute particle an extremely high charge.
3. A new terminal of relatively small dimensions and enormous potential.
4. An electro-static generator on a new principle and of very great power.

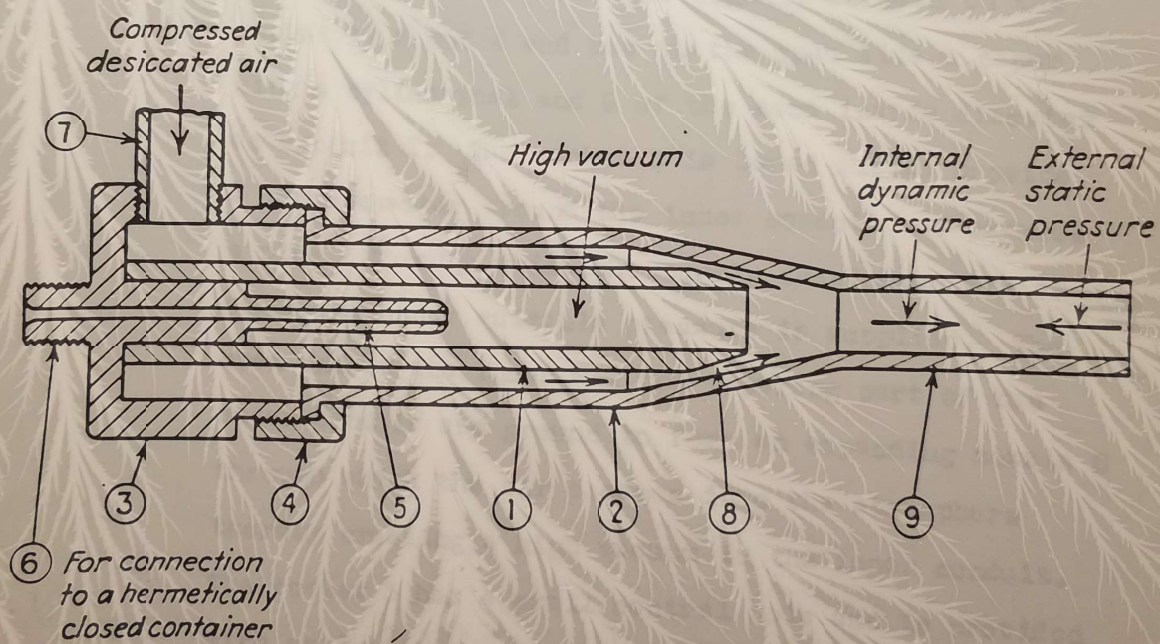
These devices and methods of operation will be

MSA
4
The Tesla Particle Beam Project - 1736, 1942, 1983, 1994, 1996
1997

Average
MS-1

1 million writers - PAPERS - The 1st Particle Beam Report - 1936-1942, 1983, 1974, 1976

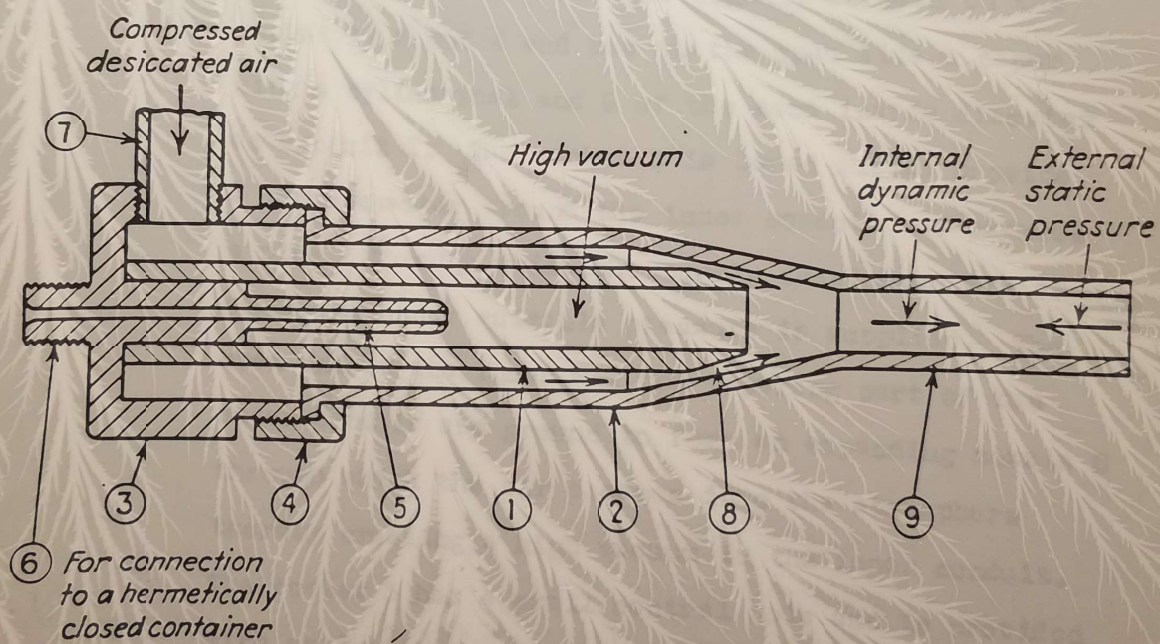
Paper



Average
MS-1

1 million writers - PAPERS - The 1st Particle Beam Report - 1936-1942, 1983, 1974, 1976

Paper





explained by reference to the attached drawings in which Fig.1 and Fig.2 represent forms of the new open vacuum tube.

In Fig.1 the device consists of an inner cylindrical conduit 1 cemented to a metallic socket 3 and an outer conduit 2 which is tightly screwed to the socket by a nut 4 and has on the open side a taper with a cylindrical end 9 of the same inside diameter as conduit 1. The socket 3 is bored out to provide a large chamber around the inner conduit and carries a pipe 7 through which thoroughly dessicated air or other gas under suitable pressure is supplied. The open end of the inner and the tapering part of the outer conduit are ground to form an expanding nozzle 8 through which the air escapes into the atmosphere thereby creating a high vacuum in the inner conduit. The socket 3 has a small central hole and is provided with an inside extension 5 and a threaded outside projection 6, the latter serving for connection to a container supplying automatically suitable particles or material for same while the former fulfills the purpose of charging them as they emerge from the hole. The conduits 1 and 2 may be made of fused quartz, pyrex glass or other refractory material and it is obviously desirable that all parts of the apparatus

MS 5
ANALOG
WATKINS - RADIS - THE Tesla Particle Beam
Report - 1736, 1942, 1983, 1994, 1996

Page 7



explained by reference to the attached drawings in which Fig.1 and Fig.2 represent forms of the new open vacuum tube.

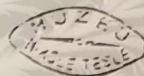
In Fig.1 the device consists of an inner cylindrical conduit 1 cemented to a metallic socket 3 and an outer conduit 2 which is tightly screwed to the socket by a nut 4 and has on the open side a taper with a cylindrical end 9 of the same inside diameter as conduit 1. The socket 3 is bored out to provide a large chamber around the inner conduit and carries a pipe 7 through which thoroughly dessicated air or other gas under suitable pressure is supplied. The open end of the inner and the tapering part of the outer conduit are ground to form an expanding nozzle 8 through which the air escapes into the atmosphere thereby creating a high vacuum in the inner conduit. The socket 3 has a small central hole and is provided with an inside extension 5 and a threaded outside projection 6, the latter serving for connection to a container supplying automatically suitable particles or material for same while the former fulfills the purpose of charging them as they emerge from the hole. The conduits 1 and 2 may be made of fused quartz, pyrex glass or other refractory material and it is obviously desirable that all parts of the apparatus

MSA
AN
WATKINS - PAPERS - The Tesla Particle Beam
Proposed - 1736, 1942, 1983, 1994, 1996

Page 7



6



have small and nearly equal coefficients of thermal expansion especially when the working medium, which might also be superheated steam, is at an elevated temperature.

It will be observed that in this tube I do away with the solid wall or window indispensable in all types heretofore employed, producing the high vacuum required and preventing the inrush of the air by a gaseous jet of high velocity. Evidently, to secure this result, the dynamic pressure of the jet must be, at least, equal to the external static pressure.

Expressed in symbols

$$V^2 w / 2g = P$$

Assuming equality

$$V = \sqrt{2g P / w}$$

in which equation V is the speed of the jet at its entrance to channel 9 in meters, g the acceleration of gravity likewise in meters, P the external pressure in kilograms per square meter and w the normal weight of the air in kilograms per cubic meter. Now

$$g = 9.81 \text{ meters}$$

$$P = 10332.9 \text{ kilograms}$$

$$w = 1.2929 \text{ kilograms}$$

These values give

$$V = 396 \text{ meters}$$

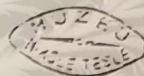
ANSWER
MSS 48

The Tesla Patent Bureau Proposal - 1936-1942-1983, 1994, 1996

1997



6



have small and nearly equal coefficients of thermal expansion especially when the working medium, which might also be superheated steam, is at an elevated temperature.

It will be observed that in this tube I do away with the solid wall or window indispensable in all types heretofore employed, producing the high vacuum required and preventing the inrush of the air by a gaseous jet of high velocity. Evidently, to secure this result, the dynamic pressure of the jet must be, at least, equal to the external static pressure.

Expressed in symbols

$$V^2 w / 2g = P$$

Assuming equality

$$V = \sqrt{2g P / w}$$

in which equation V is the speed of the jet at its entrance to channel 9 in meters, g the acceleration of gravity likewise in meters, P the external pressure in kilograms per square meter and w the normal weight of the air in kilograms per cubic meter. Now

$$g = 9.81 \text{ meters}$$

$$P = 10332.9 \text{ kilograms}$$

$$w = 1.2929 \text{ kilograms}$$

These values give

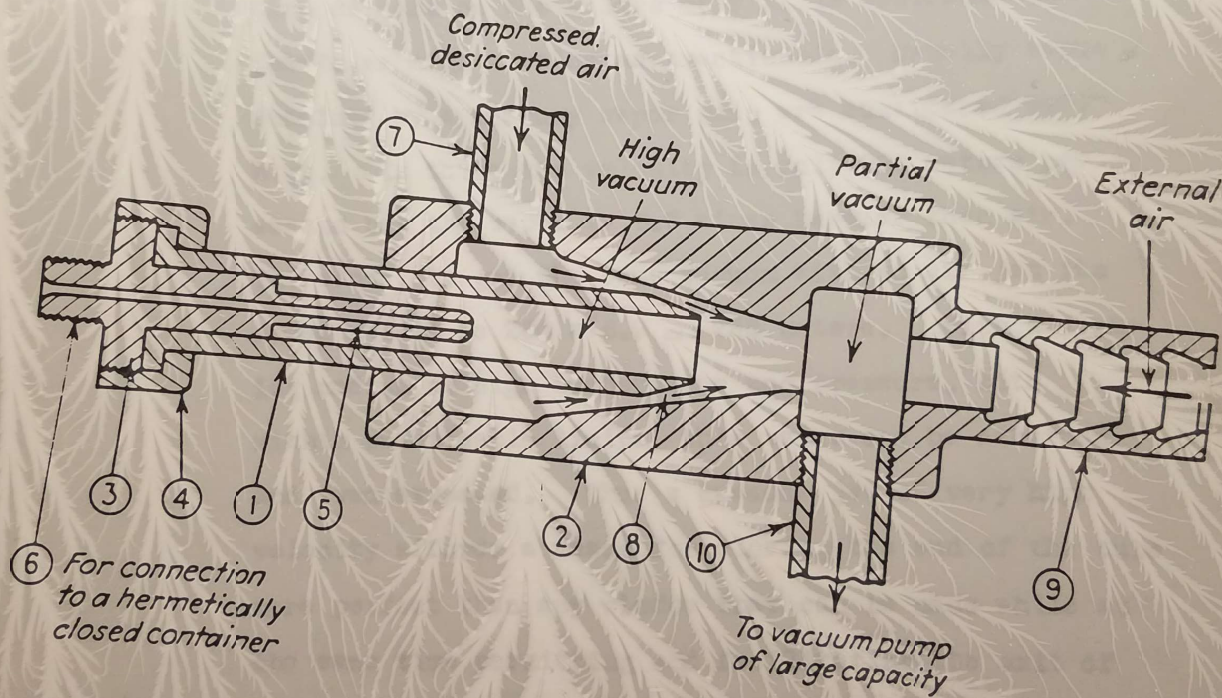
$$V = 396 \text{ meters}$$

ANSWER
MSS 48

The Tesla Patent Bureau Proposal - 1936-1942-1983, 1994, 1996

1997

FIG. 2
SHOWING A MODIFIED FORM OF OPEN VACUUM TUBE



MS 48

MS 48 - The test Particle Beam Proposal - 1736, 1942, 1983, 1994, 1976

1997



Some allowance should be made for the frictional loss in the nozzle and outlet channel and also for the deflection of the jet. For most purposes the velocity need not be much greater, but as the degree of rarefaction depends on the square of V it is desirable to obtain as high a value as practicable. Usually vacua obtained by a mercury vapor pump are considered very high. In these the velocity is only 280 meters per second but the vapor is 6.9 times heavier than air. Therefore, to get the same vacuum with an air jet its speed should be $280 \times \sqrt{6.9} = 735$ meters. With a working medium at high temperature and pressure, both within practicable limits, this value can be attained and even exceeded. Thus a gaseous jet of very high velocity affords a means for closing the end of the tube more perfect than any window that can be made while at the same time permitting and facilitating the exit of the particles.

Referring to Fig.2 it shows schematically a modified form of my tube intended for various scientific and practical uses when it may be preferable or necessary not to discharge the jet through the open end. The construction of the device will be easily understood in view of the foregoing description like parts being similarly designated. A cylindrical conduit 1 is provided as

DEAN
Hopsal - 1736-1942-183, 1974-1776



in Fig.1, but the outer one is replaced by a block 2 of lava or other insulating material shaped as indicated and firmly cemented to the conduit 1 which is hermetically joined by nut 4 to a metallic plug 3 having a central hole, and extensions 5 and 6 serving the purposes stated above. The working fluid, as compressed dessicated air, is supplied by means of a pipe 7 to a large annular space around conduit 1 and escapes, through an expanding nozzle 8 formed by the tapering part of the block and the end of the conduit, into a chamber connected by a pipe 10 to a vacuum pump of large capacity - not shown in the drawing - for carrying off not only the air issuing from the nozzle but also that rushing in from the outside through the open end 9. In order to minimize the volume of the latter I avail myself of an invention of mine known as "valvular conduit" by providing the wall of the open end 9 with recesses as indicated giving rise to whirle and eddies which use up some of the energy of the stream and reduce its velocity. In this way a pressure of about 100 millimeters mercury can be readily maintained in the chamber increasing greatly the expansion ratio of the air and its speed through the nozzle.

It is hardly necessary to remark that my open



in Fig.1, but the outer one is replaced by a block 2 of lava or other insulating material shaped as indicated and firmly cemented to the conduit 1 which is hermetically joined by nut 4 to a metallic plug 3 having a central hole, and extensions 5 and 6 serving the purposes stated above. The working fluid, as compressed desiccated air, is supplied by means of a pipe 7 to a large annular space around conduit 1 and escapes, through an expanding nozzle 8 formed by the tapering part of the block and the end of the conduit, into a chamber connected by a pipe 10 to a vacuum pump of large capacity - not shown in the drawing - for carrying off not only the air issuing from the nozzle but also that rushing in from the outside through the open end 9. In order to minimize the volume of the latter I avail myself of an invention of mine known as "valvular conduit" by providing the wall of the open end 9 with recesses as indicated giving rise to whirle and eddies which use up some of the energy of the stream and reduce its velocity. In this way a pressure of about 100 millimeters mercury can be readily maintained in the chamber increasing greatly the expansion ratio of the air and its speed through the nozzle.

It is hardly necessary to remark that my open

Page 7
Folder 27

Answer
MS 48

THE TESLA PAPERS - THE TESLA PATENT BUREAU
Proposed - 1936 - 1942, 1983, 1994, 1996



vacuum tubes require mechanical power for operation which may range from 10 to 20 h.p., but this drawback is insignificant when considering the important advantages they offer and I anticipate that they will be extensively employed.

It remains to be explained how such a tube is utilized for imparting to a particle to be projected a very great charge. Imagine that the small spherical body be placed in a nearly perfect vacuum and electrically connected to the large sphere forming the high potential terminal of the transmitter. By virtue of the connection the small sphere will then be at the potential of the large one no matter what its distance from the same but the quantity of electricity stored on the small sphere will vary greatly with the distance and be proportionate to the difference of its potential and that of the adjacent medium. If the small sphere is very close to the large one this difference will be insignificant and so too the charge; but if the small sphere is at a great distance from the large one where the potential imparted by the same to the medium approximates zero, the quantity of electricity stored on the small one will be relatively enormous and equal to Cr/R . To illustrate, if $r = 1/100$ c.m. and $R = 1000$ c.m. and $C = 10^8$ e.s.

MS. A. 8

WESTINGHOUSE PAPERS - The Tesla Particle Beam Project - 1736 - 1942-1983, 1994-1996

Box 7
Folder 27



vacuum tubes require mechanical power for operation which may range from 10 to 20 h.p., but this drawback is insignificant when considering the important advantages they offer and I anticipate that they will be extensively employed.

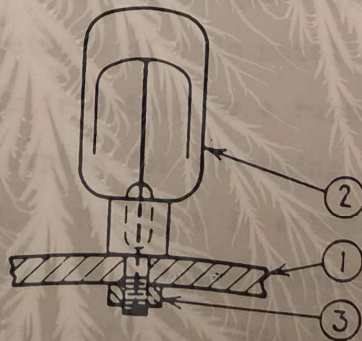
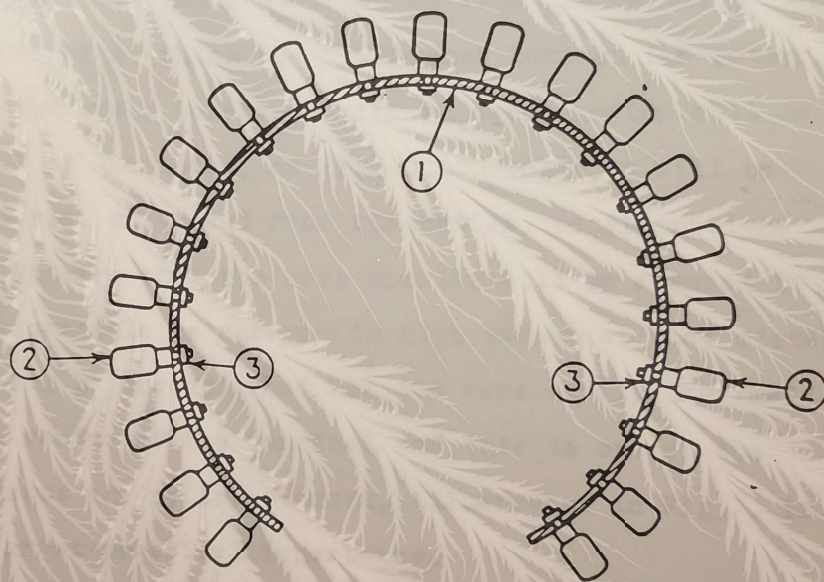
It remains to be explained how such a tube is utilized for imparting to a particle to be projected a very great charge. Imagine that the small spherical body be placed in a nearly perfect vacuum and electrically connected to the large sphere forming the high potential terminal of the transmitter. By virtue of the connection the small sphere will then be at the potential of the large one no matter what its distance from the same but the quantity of electricity stored on the small sphere will vary greatly with the distance and be proportionate to the difference of its potential and that of the adjacent medium. If the small sphere is very close to the large one this difference will be insignificant and so too the charge; but if the small sphere is at a great distance from the large one where the potential imparted by the same to the medium approximates zero, the quantity of electricity stored on the small one will be relatively enormous and equal to Cr/R . To illustrate, if $r = 1/100$ c.m. and $R = 1000$ c.m. and $C = 10^8$ e.s.

MS. A. 8

WESTINGHOUSE PAPERS - The Tesla Particle Beam Project - 1736-1942, 1983, 1994, 1996

Box 7
Folder 27

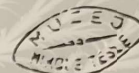
FIG. 3
NEW TERMINAL FOR EXCEEDINGLY HIGH POTENTIALS
CONSISTING OF SPHERICAL FRAME WITH ATTACHMENTS



Enlarged View of One
of the Attachments

MADE IN U.S.A.

Page 27



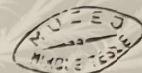
10

11

units, as before assumed, then $q = 1000$ e.s. units which is a hundred thousand times more than previously obtainable. At a distance $2R$ from the center of the terminal at which the difference between the potential of the small sphere and the adjacent medium will be half of the total, or $15,000,000$ volts, q will be 500 e.s. units and from theoretical considerations it appears that the best results will be secured if the particle is charged in high vacuum at that distance. It can be accomplished all the more easily the smaller the radius of the terminal and this is one of the reasons why my improvement, illustrated in Fig.3, is of great practical importance.

As will appear from an inspection of the drawing, the spherical frame of the terminal is equipped with devices one of which is shown in the enlarged view below and comprises a bulb 2 of glass or other insulating material and an electrode of thin metal sheet suitably rounded. The latter is joined by a supporting wire to a metallic socket adapted for fastening to the frame 1 by means of a nut 3. The bulb is exhausted to the very highest vacuum obtainable and the electrode can be charged to an immense density. Thus it is made possible to raise the potential of the terminal to any value desired, so to speak without limit, and the usual losses

Folder 27



units, as before assumed, then $q = 1000$ e.s. units which is a hundred thousand times more than previously obtainable. At a distance $2R$ from the center of the terminal at which the difference between the potential of the small sphere and the adjacent medium will be half of the total, or $15,000,000$ volts, q will be 500 e.s. units and from theoretical considerations it appears that the best results will be secured if the particle is charged in high vacuum at that distance. It can be accomplished all the more easily the smaller the radius of the terminal and this is one of the reasons why my improvement, illustrated in Fig.3, is of great practical importance.

As will appear from an inspection of the drawing, the spherical frame of the terminal is equipped with devices one of which is shown in the enlarged view below and comprises a bulb 2 of glass or other insulating material and an electrode of thin metal sheet suitably rounded. The latter is joined by a supporting wire to a metallic socket adapted for fastening to the frame 1 by means of a nut 3. The bulb is exhausted to the very highest vacuum obtainable and the electrode can be charged to an immense density. Thus it is made possible to raise the potential of the terminal to any value desired, so to speak without limit, and the usual losses

FIG. 4
SCHEMATIC ILLUSTRATION OF NEW HIGH POTENTIAL GENERATOR

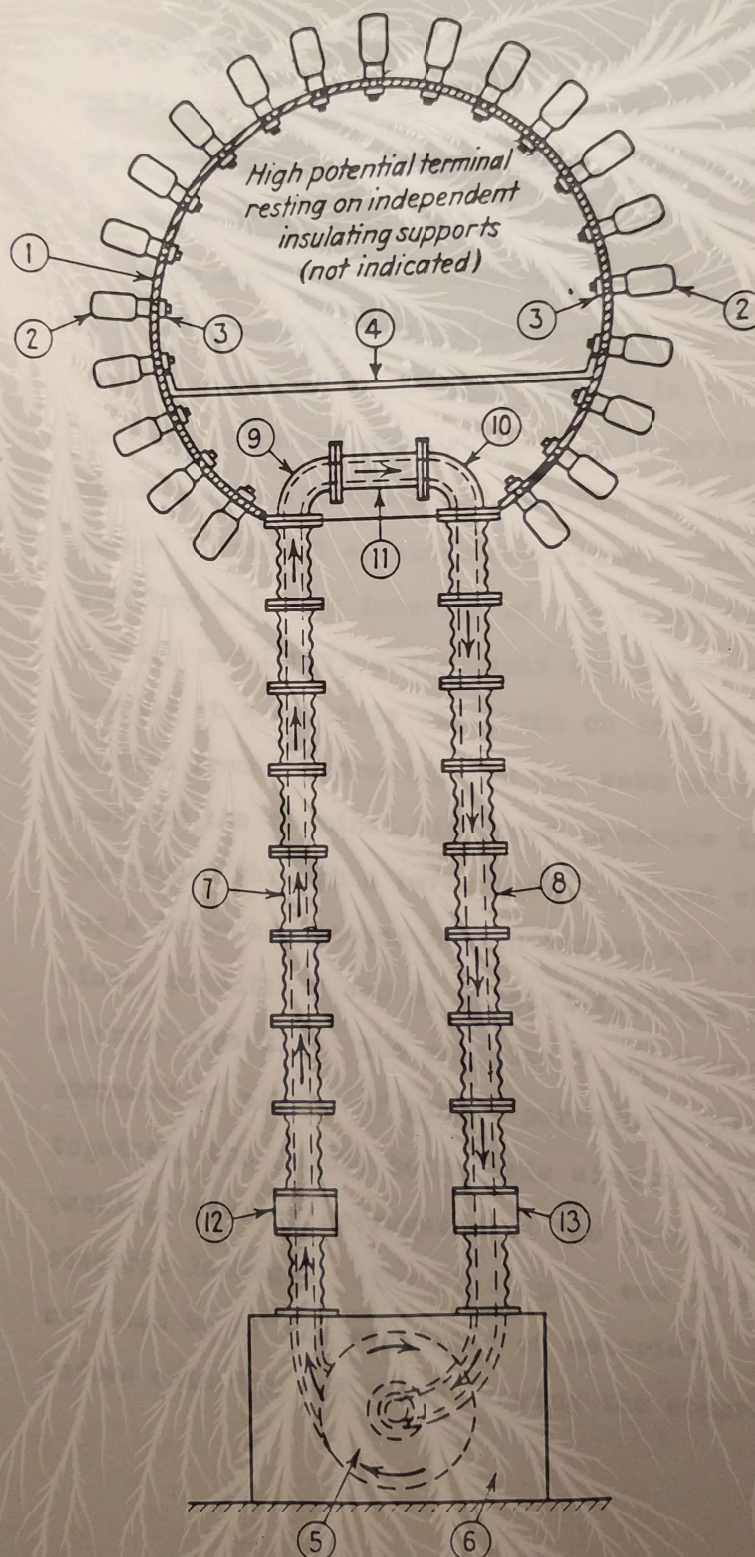
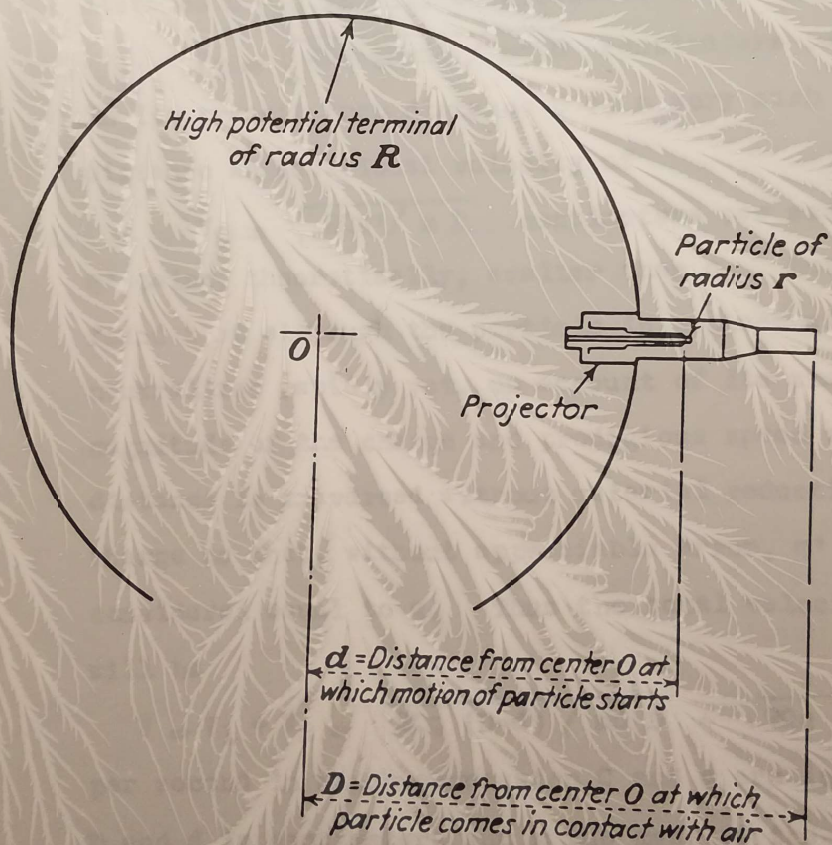
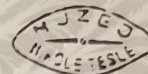


FIG. 5
EXPLANATORY DIAGRAM





the potential of the terminal, as before explained, and that D is the distance from center O at which the particle leaves the vacuous space, then, in passing through the distance $D - d$ it will be accelerated to a velocity

$$V_1 = \sqrt{2Qq (D-d) / md} \text{ D centimeters per second.}$$

In its transit from distance D to a very much greater distance an additional velocity of

$$V_2 = \sqrt{2Qq' / m} \text{ D centimeters per second}$$

q' being, theoretically, smaller than q . But I have found that although the particle in contact with air is neutralized rapidly yet, on account of its small surface, magnitude of the charge and prodigious speed a very great distance is traversed without material reduction of the charge so that, without appreciable error, q' may be considered equal to q . Thus the total velocity attained will be

$V = V_1 + V_2 = \sqrt{2Qq (D-d) / md} + \sqrt{2Qq / m} \text{ D centimeter}$
per second in which expression Q and q are in e.s. units, D and d in centimeters and m the mass of the particle in grams. But the calculation may be simplified, for if the charge is virtually constant through a great distance the velocity finally attained will be

$$V = \sqrt{2Qq / m} \text{ d centimeters per second}$$

Assume now that the terminal is equivalent to a sphere of radius $R = 250$ centimeters which heretofore could only be

MS 48

The Tesla Particle Beam Project - 1936-1942-1983, 1994-1996

Page 27

MS 48

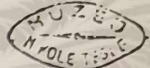


Since a joule is equivalent to about 10,000 gram-centimeters the kinetic energy is equal to 10^5 gram-centimeters or 1 kilogram-meter.

In order to determine the probable trajectory the air resistance encountered by the particle has to be estimated from practical data and theoretical consideration. Very extensive ballistic tests by French experts have established conclusively that up to a velocity of 400 meters per second the resistance increases as the square of the speed but from there on, to the highest velocities attained the increase is directly proportionate to the speed. On the other hand it has been found in tests with rifles that an ordinary bullet, 8 millimeters in diameter and three times as long, fired at 400 meters per second, encounters a mean resistance of about 0.02 kilogram and from these facts it can be inferred that the average resistance of the particle at the maximum speed V might be of the order of $1/64,000$ of a kilogram and if so the trajectory should be approximately, 64,000 meters or 64 kilometers. Obviously, resistance data can not be accurate but as the mechanical effects can be increased many times there should be no difficulty in securing the practically required range with a transmitter as described. In all probability, when the technique is perfected, results will be obtained which are thought

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY ASTOR LENOX TILDEN FOUNDATION

MS 48
Folder 27



impossible at present. Such a particle, notwithstanding its minute volume of $1/250,000$ cubic centimeter, would be very destructive. It would pierce the usual protecting covering of aeroplanes, put machinery out of commission and ignite fuel and explosives. To combatants it would be deadly at any distance well within its full range. Projected almost simultaneously in great numbers the particles would produce intense heating effects. In actions against aeroplanes the range would be very much greater on account of the smaller density of the air. Evidently, the smaller the particles, the greater will be their speed. For instance, if $r = 1/10000$ centimeter a velocity of 160,000 meters per second will be attained. An enormous increase in speed and range would be secured with particles of a diameter smaller than 800 times the molecular diameter.

It is important to devise a thoroughly practical and simple means for supplying particles and I have invented two which seem to meet this requirement. One is to feed tungsten or other wire from a spool in a closed container joined hermetically to the projector, the rotation of the spool being under the control of the operator. Using wire $2/100$ centimeter in diameter, twenty cubic centimeters of the same would provide material for 5,000,000 particles. The other device consists of a closed container fixed to the projector and filled with mercury which can be expanded

MS 48

W. S. K. - F. A. B. - The Tesla Particle Beam Project - 1736-1942-1983, 1994-1996

Page 7
Folder 27



1'



by external and controllable application of heat and forced, under great pressure, through a minute hole in the extreme end of the extension reaching to the distance d as before illustrated and explained. The droplets torn off and projected would have the hardness of steel owing to the great capillary pressure. If mercury can be used for the purpose this means is ideally simple and cheap.

Page 27

SYSTEM OF PARTICLE ACCELERATION
FOR USE IN NATIONAL DEFENSE

MS 48

THE TEST PARTICLE BEAM PROPOSAL - 1936, 1942, 1983, 1994, 1996

Page 27

NEW ART
OF
PROJECTING CONCENTRATED NON-DISPERSIVE ENERGY
THROUGH NATURAL MEDIA

by
NIKOLA TESLA

The advances to be described are the results of my researches carried on for many years with the chief object of transmitting electrical energy to great distances. The first important practical realization of these efforts was the alternating current power system now in universal use. I then turned my attention to wireless transmission and was fortunate enough to achieve similar success in this fruitful field, my discoveries and inventions being employed through the world. In the course of this work, I mastered the technique of high potentials sufficiently for enabling me to construct and operate, in 1899, a wireless transmitter developing up to twenty million volts. Some time before, I contemplated the possibility of transmitting such high tension currents over a narrow beam of radiant energy ionizing the air and rendering it, in measure, conductive. After preliminary laboratory experiments, I made tests on a large scale with the transmitter referred to and a

beam of ultra-violet rays of great energy in an attempt to conduct the current to the high rarefied strata of the air and thus create an auroral display such as might be utilized for illumination, especially of oceans at night. I found that there was some virtue in the principle but the results did not justify the hope of important practical applications although, some years later, several inventors claimed to have produced a "death ray" in this manner. While the published reports to this effect were entirely unfounded, I believe that with the new transmitter to be built, this and many other wonders will be achieved. Much time was devoted by me to the transmission of radiant energy, in various forms, by reflectors and I perfected means for increasing enormously the intensity of the effects, but was baffled in all my efforts to materially reduce dispersion and became fully convinced that this handicap could only be overcome by conveying the power through the medium of small particles projected, at prodigious velocity, from the transmitter. Electro-static repulsion was the only means to this end and apparatus of stupendous force would have to be developed, but granted that sufficient speed and energy could be realized with a single row of minute bodies, then there would be no dispersion whatever, even at the greatest distance. Since the cross section of

the carriers might be reduced to almost microscopic dimensions, an immense concentration of energy, irrespective of distance, could be attained.

When I undertook to carry out this plan in practice the difficulties seemed insurmountable. In the first place, a closed vacuum tube could not be employed as no window could withstand the force of the impact. This made it absolutely necessary to project the particles in free air which meant that each could hold only an insignificant charge. Thus, no matter how high the potential of the terminal, the force of repulsion would be necessarily too small for the purpose contemplated. In illustration, reference may be made to a plant erected by me in 1903, a photograph of which is shown on the annexed sheet and which was provided with a numerical high potential terminal twenty meters in diameter. Now, a sphere of a radius $R = 1000$ centimeters can be charged to a potential of $100 \times R = 10^5$ e.s. units or 3×10^7 volts and will then contain a quantity of electricity $Q = 100 \times R^2 = 10^8$ e.s. units. With this charge, the electric surface density will be a little less than 8 e.s. units and the limit of the dielectric strength of the air is reached. Similarly, the charge stored on a small particle of radius r will

be limited to the value $q = 100 r^2$. If $r = 1/100$ of one centimeter, for example, then $q = 1/100$ e.s. units. Thus, the force repelling the particle at the distance R will be $Qq/R^2 = 1$ dyne only. So that, with all the known resources of previous art, and even a huge terminal as assumed, charged to the maximum pressure of thrity millions of volts, any attempt to project particles to great distances with destructive effect, would be futile. But by the application of my discoveries and inventions, it is possible to increase the force of repulsion more than a million times and what was heretofore impossible, is rendered easy of accomplishment. The successful carrying out of the plan involves a number of more or less important improvements but the principal among these are the following:

1. A new form of high vacuum tube open to the atmosphere.
2. Provisions for imparting to a minute particle an extremely high charge.
3. A new terminal of relatively small dimensions and enormous potential.
4. An electro-static generator on a new principle and of very great power.

These devices and methods of operation will be

explained by reference to the attached drawings in which Fig. 1 and Fig. 2 represent forms of the new open tube.

In Fig. 1, the device consists of an inner cylindrical conduit 1 cemented to a metallic socket 3, and an outer conduit 2, which is tightly screwed to the socket by a nut 4, and has on the open side a taper with a cylindrical end 9, of the same inside diameter as conduit 1. The socket 3, is bored out to provide a large chamber around the inner conduit and carries a pipe 7, through which thoroughly dessicated air or other gas under suitable pressure is supplied. The open end of the inner and the tapering part of the outer conduit are ground to form an expanding nozzle 8 through which the air escapes into the atmosphere thereby creating a high vacuum in the inner conduit. The socket 3, has a small central hole and is provided with an inside extension 5, and a threaded outside projection 6, the latter serving for connection to a container supplying automatically suitable particles or material for same while the former fulfills the purpose of charging them as they emerge from the hole. The conduit 1 and 2 may be made of fused quartz, pyrex glass or other refractory material and it is obviously desirable that all parts of the apparatus

have small and nearly equal coefficients of thermal expansion especially when the working medium, which might also be superheated steam, is at an elevated temperature.

It will be observed that in this tube I do away with the solid wall or window indispensable in all types heretofore employed, producing the high vacuum required and preventing the inrush of the air by a gaseous jet of high velocity. Evidently, to secure this result, the dynamic pressure of the jet must be, at least, equal to the external static pressure.

Expressed in symbols

$$V^2 w / 2g = P$$

Assuming equality

$$V = \sqrt{2g P / w}$$

in which equation V is the speed of the jet at its entrance to channel 8 in meters, g the acceleration of gravity likewise in meters, P the external pressure in kilograms per square meter and w the normal weight of the air in kilograms per cubic meter. Now

$$g = 9.81 \text{ meters}$$

$$P = 10332.9 \text{ kilograms}$$

$$w = 1.2929 \text{ kilograms}$$

These values give

$$V = 396 \text{ meters}$$

Some allowance should be made for the frictional loss in the nozzle and outlet channel and also for the deflection of the jet. For most purposes, the velocity need not be much greater, but as the degree of rarefaction depends on the square of V , it is desirable to obtain as high a value as practicable. Usually vacuum obtained by a mercury vapor pump are considered very high. In those the velocity is only 280 meters per second but the vapor is 6.9 times heavier than air. Therefore, to get the same vacuum with an air jet, its speed should be $280 \times \sqrt{6.9} = 735$ meters. With a working medium at high temperature and pressure, both within practical limits, this value can be attained and even exceeded. Thus a gaseous jet of very high velocity affords a means for closing the end of the tube, more perfect than any window that can be made while at the same time permitting and facilitating the exit of the particules

Referring to Fig. 2, it shows schematically a modified form of my tube intended for various scientific and practical uses when it may be preferable or necessary not to discharge the jet through the open end. The construction of the device will be easily understood in view of the foregoing description like parts being similarly designated. A cylindrical conduit 1 is provided as

in Fig. 1, but the outer one is replaced by a block 2, of lava or other insulating material shaped as indicated and firmly cemented to the conduit 1 which is hermetically joined by a nut 4, to a metallic plug 3, having a central hole, and extensions 3 and 6 serving the purpose stated above. The working fluid, as compressed dessicated air, is supplied by means of a pipe 7, to a large annular space around conduit 1 and escapes, through an expanding nozzle 8, formed by the tapering part of the block and the end of the conduit, into a chamber connected by a pipe 10, to a vacuum pump of large capacity - not shown on the drawing - for carrying off not only the air issuing from the nozzle but also that rushing in from the outside through the open end 9. In order to minimize the volume of the latter, I avail myself of an invention of mine known as "valvular conduit" by providing the wall of the open end 9, with recesses as indicated giving rise to whirls and eddies which use up some of the energy of the stream and reduce its velocity. In this way, a pressure of about 100 millimeters of mercury can be readily maintained in the chamber increasing greatly the expansion ratio of the air and its speed through the nozzle.

It is hardly necessary to remark that my open

vacuum tubes require mechanical power for operation which may range from 10 to 20 h.p., but this drawback is insignificant when considering the important advantages they offer and I anticipate that they will be extensively employed.

It remains to be explained how such a tube is utilized for imparting to a particle to be projected a very great charge. Imagine that the small spherical body be placed in a nearly perfect vacuum and electrically connected to the large sphere forming the high potential terminal of transmitter. By virtue of the connection, the small sphere will then be at the potential of the large one no matter what its distance from the same but the quantity of electricity stored on the small sphere will vary greatly with the distance and be proportionate to the difference of its potential and that of the adjacent medium. If the small sphere is very close to the large one, this difference will be insignificant and so too the charge; but if the small sphere is at a great distance from the large one where the potential imparted by the same to the medium approximates zero, the quantity of electricity stored on the small one will be relatively enormous and equal to Qr/R . To illustrate, if $r = 1/100$ e.s. and $R = 1000$ e.s. and $Q = 10^8$ e.s.

units, as before assumed, then $Q = 1000$ e.s. units which is a hundred thousand times more than previously obtainable. At a distance $2R$ from the center of the terminal, at which the difference between the potential of the small sphere and the adjacent medium will be half of the total, or 15,000,000 volts, Q will be 500 e.s. units and from theoretical considerations, it appears that the best results will be secured if the particle is charged in high vacuum at that distance. It can be accomplished all the more easily the smaller the radius of the terminal and this is one of the reasons why my improvement, illustrated in Fig. 3, is of great practical importance.

As will appear from the inspection of the drawing, the spherical frame of the terminal is equipped with devices one of which is shown in the enlarged view below and comprises a bulb 2 of glass or other insulating material and an electrode of thin metal sheet suitable rounded. The latter is joined by a supporting wire to a metallic socket adapted for fastening to the frame 1 by means of nut 3. The bulb is exhausted to the very highest vacuum obtainable and the electrode can be charged to an immense density. Thus, it is made possible to raise the potential of the terminal to any value desired, so to speak, without limit, and the usual losses

are avoided. I am confident that as much as one hundred million volts will be reached with such a transmitter providing a tool of inestimable value for practical purposes as well as scientific research.

Perhaps the most important of these inventions is the new high potential electro-static generator, schematically represented in Fig. 4, which is provided with my improved terminal consisting of a spherical metallic frame 1 with attachments 2, adapted to be fastened to the former by nuts 3, as above described. The terminal has a platform 4, in the interior of the frame intended for supporting machinery, instruments and observers, and is carried at a suitable elevation on insulating columns omitted from the drawing for the sake of simplicity. To energize the terminal air under pressure is driven at high speed through a hermetically closed channel comprising a turbo compressor 5, with intake and outlet connections, conduits 7 and 8, special fittings 9 and 10 and a short pipe 11. The conduits 7 and 8 are preferably composed of pieces of glazed porcelain bolted tightly together, the joints being made airtight by suitable packing and are corrugated on the outside to minimize electrical leakage. The fittings 9 and 10 and pipe 11 may also be of the same kind of material. The air before entering and after leaving the compressor, as

well as all apparatus within the airtight enclosure 6 is effectively cooled and maintained at a constant temperature by means as ordinarily employed which was not thought necessary to illustrate. The operation of the machine will be understood most readily by likening the moving column of air to a running belt. When the air, leaving the compressor, reaches the device 12, containing discharge points electrified by a direct current of high tension, it is ionized and the charge imparted to it is carried upward to the special fitting 9 where it is drawn off by sucking points and charges the terminal. On the return to the compressor the air passes through special fitting 10 where it receives electricity of opposite sign conveying it to the device 13 and from there to the ground. These actions are repeated with great rapidity. The generator can be made self-exciting by suitable connections. For several reasons, I estimate that a machine as described will have an output of many times greater than a belt generator of the same size and, besides, it has several other important construction and operative advantages.

To give an approximate estimate of performance, reference is made to diagram in Fig. 5 representing a spherical terminal and an open vacuum tube for projecting particles. Suppose that d be the distance from center O at which a particle of radius $r = 1/100$ c.m. is charged in vacuum to

the potential of the terminal, as before explained, and that D is the distance from center O at which the particle leaves the vacuous space, then, in passing through the distance $D - d$ it will be accelerated to a velocity

$$V_1 = \sqrt{2Qq (D-d) / md} \text{ centimeters per second.}$$

In its transit from distance D to a very much greater distance an additional velocity of

$$V_2 = \sqrt{2Qq' / m D} \text{ centimeters per second } q'$$

being, theoretically, smaller than q . But I have found that although the particle in contact with air is neutralized rapidly yet, on account of its small surface, magnitude of the charge and prodigious speed, a very great distance is traversed without material reduction of the charge so that, without appreciable error, q' may be considered equal to q . Thus the total velocity attained will be

$V = V_1 + V_2 = \sqrt{2Qq (D - d) / md} + \sqrt{2Qq / m D}$ centimeters per second which expression Q and q are in e.s. units, D and d in centimeters and m the mass of the particle in grams. But the calculation may be simplified, for if the charge is virtually constant through a great distance, the velocity finally attained will be

$V = \sqrt{2Qq / md}$ centimeters per second. Assume now that the terminal is equivalent to a sphere of radius $R = 250$ centimeters which heretofore could only be

charged to a potential of $100 \times 250 = 25,000$ e.s. units or 7,500,000 volts but, by taking advantage of my improvements, can be readily charged to 2×10^5 e.s. units or 6×10^7 volts in which case the quantity of electricity stored will be $Q = 2 \times 10^5 \times 250 = 5 \times 10^7$ e.s. units. If, for best effect, the particle is charged in vacuum at a distance $d = 2R = 500$ centimeters where the difference between its potential and adjacent medium is 3×10^7 volt or 10^5 e.s. units, then $q/r = 10^5$ and $q = 10^5 r = 1000$ e.s. units. The particle will have a volume of $\frac{4\pi}{3} \times 10^6$ cubic centimeter and if it be Tungsten, it will weigh about $\frac{4\pi}{3} \times 18/3 \times 10^6$ gram and have a mass $m = \frac{72\pi}{3} \times 981 \times 10^6 = 7686/10^{11}$ gram. Substituting these values

$$V = \sqrt{2 \times 5 \times 10^7 \times 1000 \times 10^{11} / 1000 \times 7686 \times 500}$$

$$= 1,613,000 \text{ centimeters or } 16,130 \text{ meters per second.}$$

This finding may be checked by using the relation between the joule's equivalent and the kinetic energy. Here the joules are $3 \times 10^7 \times 1000 / 3 \times 10^9 = 10$ and approximately equal to 10^6 gram-centimeters.. Consequently,

$$mV^2/2 = 10^6,$$

$$V^2 = 2 \times 10^6 \times 10^{11} / 7686 \text{ and}$$

$$V = 1,613,000 \text{ centimeters or } 16,130 \text{ meters}$$

as found above by my formula which is always applicable while the latter rule is not.

Since a joule is equivalent to about 10,000 gram-centimeters the kinetic energy is equal to 10^5 gram-centimeters or 1 kilogram-meter.

In order to determine the probable trajectory the air resistance encountered by the particle has to be estimated from practical data and theoretical consideration. Very extensive ballistic tests by French experts have established conclusively that up to a velocity of 400 meters per second, the resistance increases as the square of the speed but from there on, to the highest velocities attained, the increase is directly proportional to the speed. On the other hand, it has been found in tests with rifles that an ordinary bullet,

8 millimeters in diameter and three times as long, fired at 400 meters per second, encounters a mean resistance of about 0.02 kilogram and from these facts it can be inferred that the average resistance of the particle at the maximum speed V might be of the order of $1/64,000$ of a kilogram and if so, the trajectory should be approximately, 64,000 meters or 64 kilometers. Obviously, resistance data can not be accurate but as the mechanical effects can be increased many times, there should be no difficulty in securing the practically required range with a transmitter as described. In all probability, when the technique is perfected, results will be obtained which are thought

impossible at present. Such a particle, notwithstanding its minute volume of $1/250,000$ cubic centimeter, would be very destructive. It would pierce the usual protecting covering of aeroplanes, put machinery out of commission and ignite fuel and explosives. To combatants, it would be deadly at any distance well within its full range. Projected almost simultaneously in great numbers, the particles would produce intense heating effects. In action against aeroplanes, the range would be very much greater on account of the smaller density of the air. Evidently, the smaller the particles, the greater will be their speed. For instance, if $r = 1/10000$ centimeter, a velocity of 160,000 meters per second will be attained. An enormous increase in speed and range would be secured with particles of a diameter smaller than 800 times the molecular diameter.

It is important to devise a thoroughly practical and simple means for supplying particles and I have invented two which seem to meet this requirement. One is to feed tungsten or other wire from a spool in a closed container joined hermetically to the projector, the rotation of the spool being under the control of the operator. Using wire $2/100$ centimeters in diameter, twenty cubic centimeters of the same would provide material for 5,000,000 particles. The other device consists of a closed container fixed to the projector and filled with mercury which can be expanded

by external and controllable application of heat and forced, under great pressure, through a minute hole in the extreme end of the extension reaching to the distance d as before illustrated and explained. The droplet torn off and projected would have the hardness of steel owing to the great capillary pressure. If mercury can be used for the purpose, this means is ideally simple and cheap.

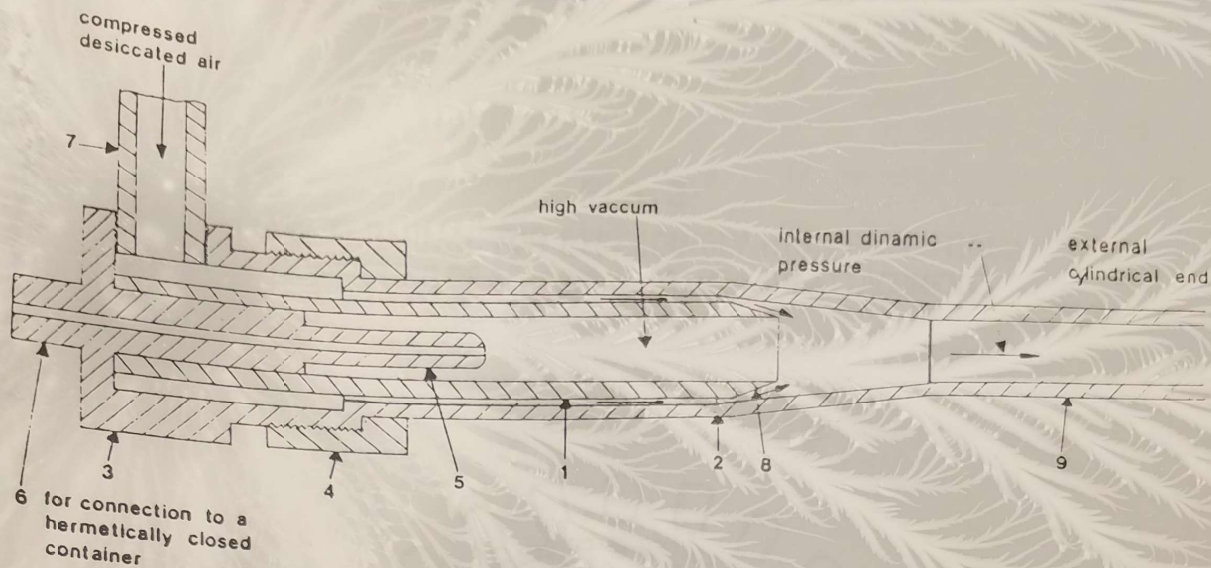


FIGURE 1
ILLUSTRATING OPEN VACUUM TUBE

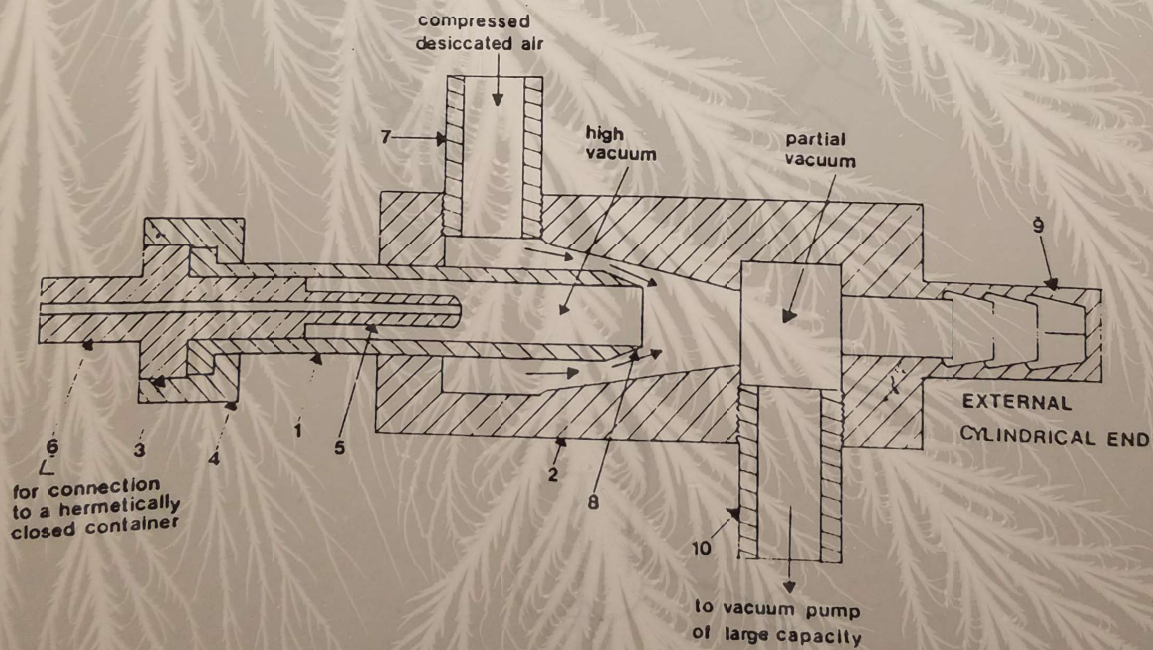
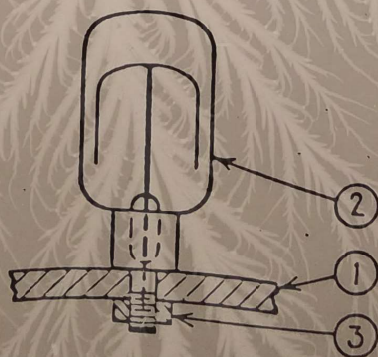
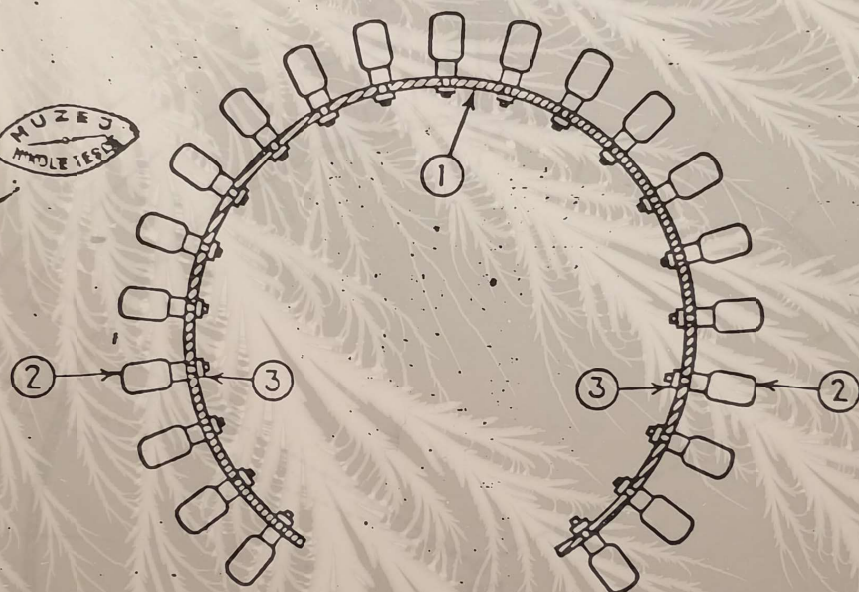


FIGURE 2
SHOWING A MODIFIED FORM OF OPEN VACUUM TUBE

FIG. 3
NEW TERMINAL FOR EXCEEDINGLY HIGH POTENTIALS
CONSISTING OF SPHERICAL FRAME WITH ATTACHMENTS



Enlarged View of One
of the Attachments

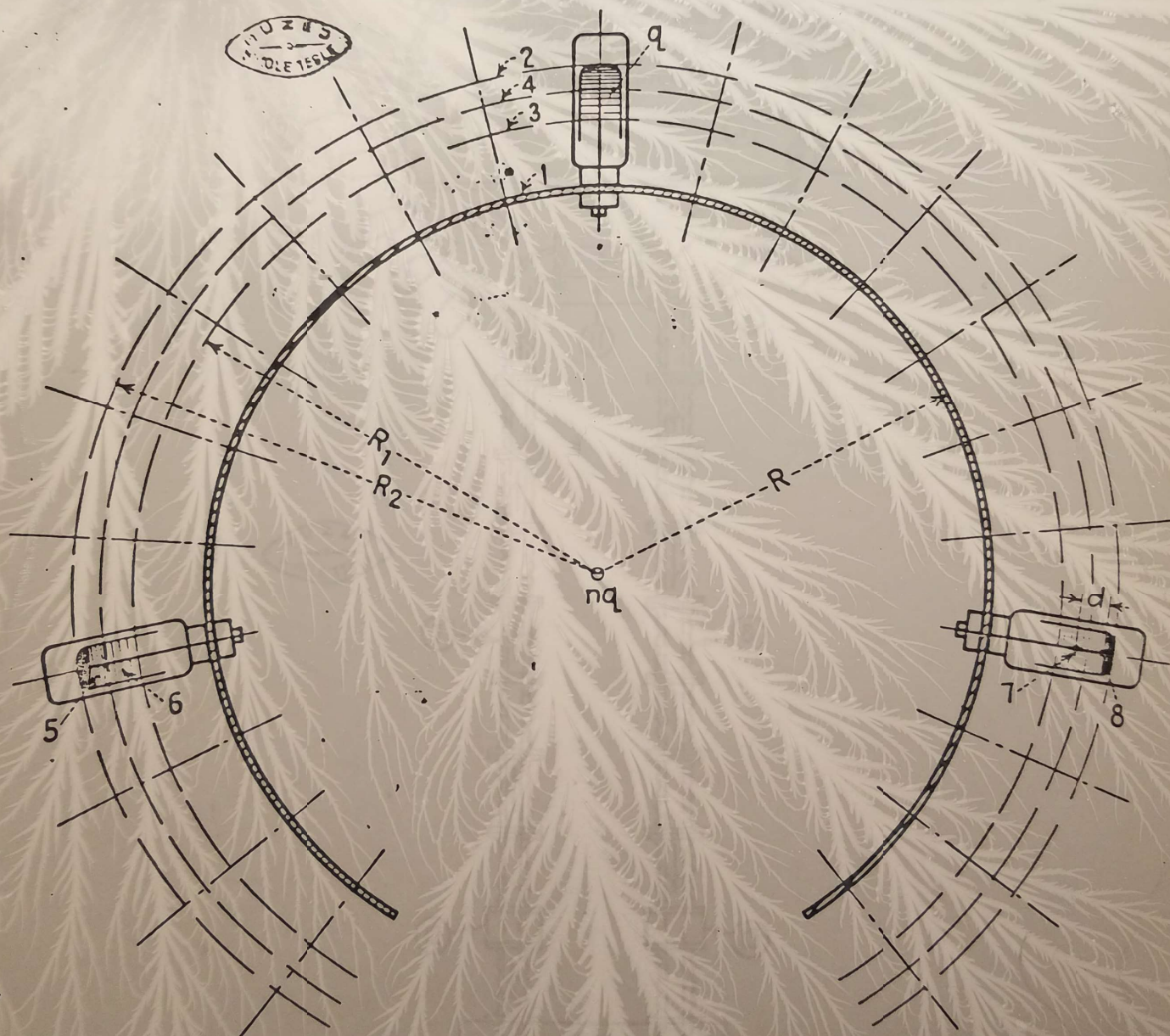


FIG. 4
SCHEMATIC ILLUSTRATION OF NEW HIGH POTENTIAL GENERATOR

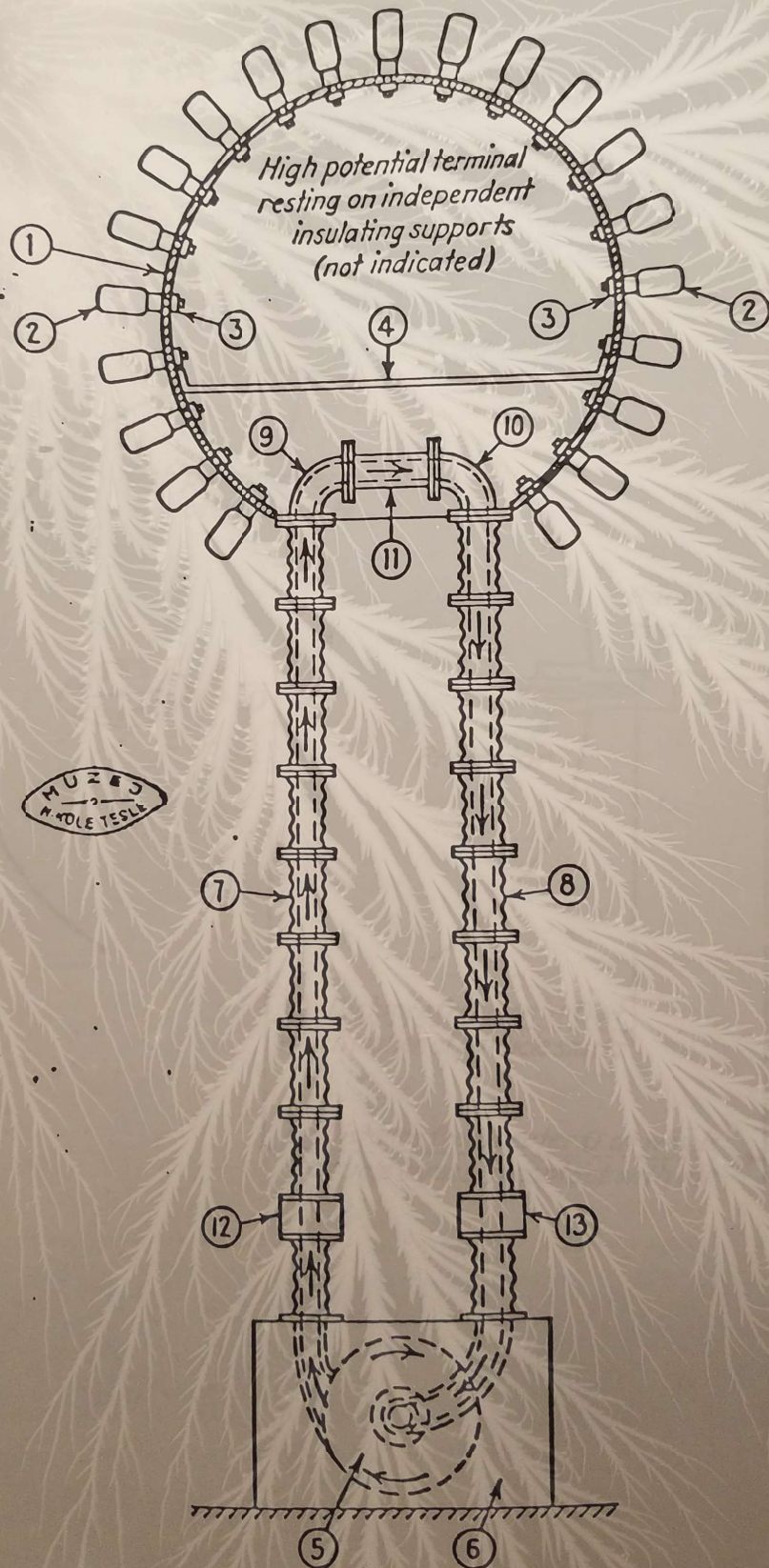


FIG. 5
EXPLANATORY DIAGRAM

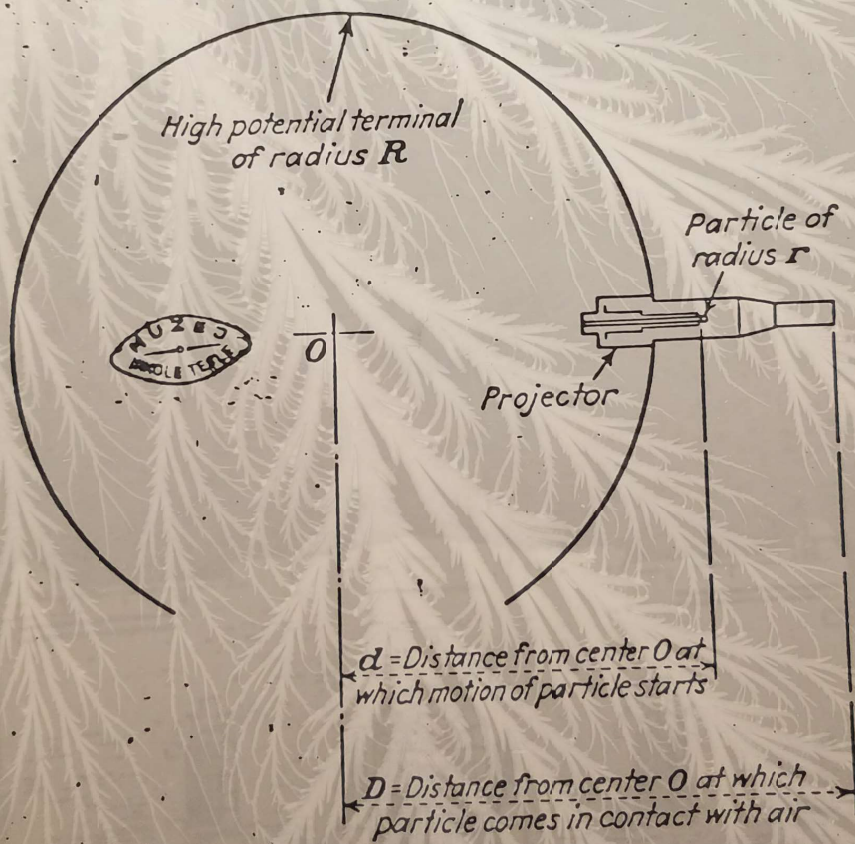
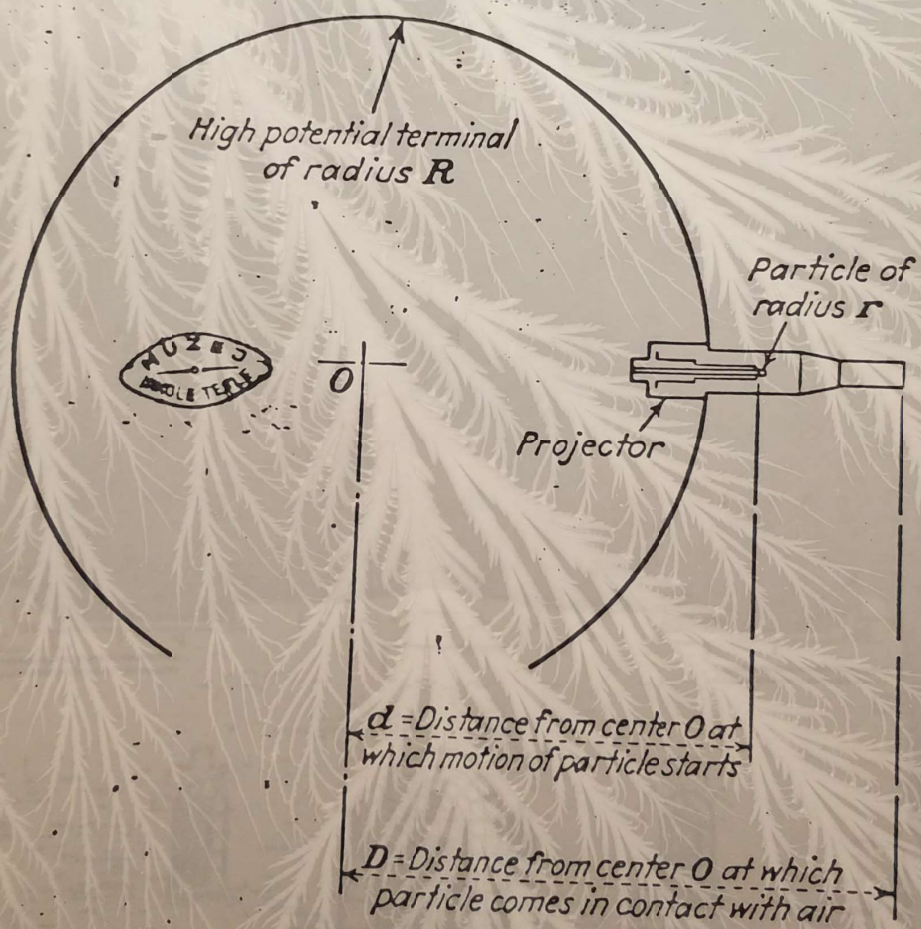
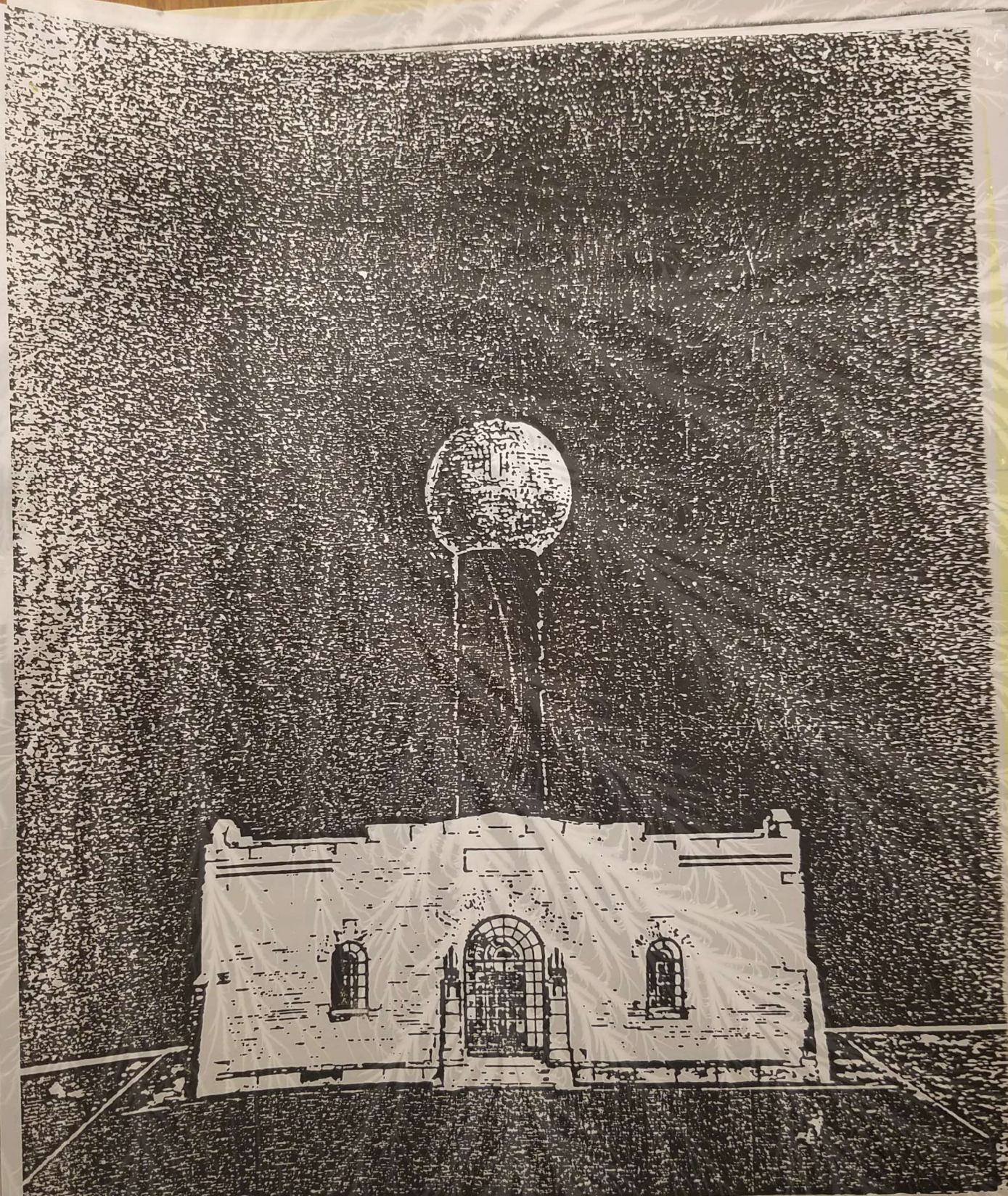


FIG. 5
EXPLANATORY DIAGRAM





POWERHOUSE:

POWERHOUSE AND TOWER
FOR

TOWER:

NIKOLA TESLA E.L.C.

SHAFT DIAMETER: 12"

ARCHITECT:

SHAFT DIAMETER: 16"

HEIGHT: 59'10"
WIDTH: 19'26"

4

Insofar as unclassified levels of appropriations for directed-energy weapons (SDI ~~SDI~~ systems (DOE, SDI, DARPA, and DOD) are concerned, of which particle-beam weapons ~~are~~ form a significant part,

	MILLIONS
PRIOR	200
1979	350
1980	400
1981	400
1982	500
1983	550
1984	600
1985	800
1986	1,350
1987	1,500
1988	1,500
1989	1,350
1990	1,000
1991	450
1992	400
1993	300
	<hr/> 13,650.00

\$13.6 billion have been ~~of~~ budgeted through fiscal year 1993. (SDI programs replaced DARPA programs in 1985.) Many accounts have been published on the on continuing ~~U.S.~~ Department of Defense interest in particle-beam weapon systems.

1 ~~Hearings~~ House of Representatives Committee on Armed Services Hearings on National Defense Authorization Act for Fiscal Year 1993, Research and Development Subcommittee Hearings on Research, Development, Test, and Evaluation, p. 458.

Folder 27

"Death Ray" for Planes

Nikola Tesla, one of the truly great inventors who celebrated his eighty-fourth birthday on July 10, tells the writer that he stands ready to divulge to the United States Government the secret of his "teleforce," with which, he said, airplane motors would be melted at a distance of 250 miles, so that an invisible Chinese Wall of Defense would be built around the country against any attempted attack by an enemy air force, no matter how large.

This "teleforce," he said, is based on an entirely new principle of physics that "no one has ever dreamed about," different from the principle embodied in his inventions relating to the transmission of electrical power from a distance, for which he has received a number of basic patents. This new type of force, Mr. Tesla said, would operate through a beam one one-hundred-millionth of a square centimeter in diameter, and could be generated from a special plant that would cost no more than \$2,000,000 and would take only about three months to construct.

A dozen such plants, located at strategic points along the coast, according to Mr. Tesla, would be enough to defend the country against all possible aerial attack. The beam would melt any engine, whether Diesel or gasoline-driven, and would also ignite the explosives aboard any bomber. No possible defense against it could be devised, he asserts, as the beam would be all-penetrating.

High Vacuum Eliminated

The beam, he states, involves four new inventions, two of which already have been tested. One of these is a method and apparatus for producing rays "and other manifestations of energy" in free air, eliminating the necessity for a high vacuum; a second is a method and process for producing "very great electrical force"; the third is a method for amplifying this force, and the fourth is a new method for producing "a tremendous electrical repelling force." This would be the projector, or gun, of the system. The voltage for propelling the beam to its objective, according to the inventor, will attain a potential of 50,000,000 volts.

With this enormous voltage, he said, microscopic electrical particles of matter will be catapulted on their mission of defensive destruction. He has been working on this invention, he added, for many years and has recently made a number of improvements in it.

Mr. Tesla makes one important stipulation. Should the government decide to take up his offer he would go to work at once, but they would have to trust him. He would suffer "no interference from experts."

In ordinary times such a condition would very likely interpose an insuperable obstacle. But times being what they are, and with the nation getting ready to spend billions for national defense, at the same time taking in consideration the reputation of Mr. Tesla as an inventor who always was many years ahead of his time, the question arises whether it may not be advisable to take Mr. Tesla at his word and commission him to go ahead with the construction of his teleforce plant.

Such a Device "Invaluable"

After all, \$2,000,000 would be relatively a very small sum compared with what is at stake. If Mr. Tesla really fulfills his promise the result achieved would be truly staggering. Not only would it save billions now planned for air defense, by making the country absolutely impregnable against any air attack, but it would also save many more billions in property that would otherwise be surely destroyed no matter how strong the defenses are as witness current events in England.

Take, for example, the Panama Canal. No matter how strong the defenses, a suicide squadron of dive bombers, according to some experts, might succeed in getting through and cause such damage that would make the Canal unusable, in which case our Navy might find itself bottled up.

Considering the probabilities in the case even if the chances were 100,000 to 1 against Mr. Tesla the odds would still be largely in favor of taking a chance on spending \$2,000,000. In the opinion of the writer, who has known Mr. Tesla for many years and can testify that he still retains full intellectual vigor, the authorities in charge of building the national defense should at once look into the matter. The sum is insignificant compared with the magnitude of the stake.

"Death Ray" for Planes

Nikola Tesla, one of the truly great inventors who celebrated his eighty-fourth birthday on July 10, tells the writer that he stands ready to divulge to the United States Government the secret of his "teleforce," with which, he said, airplane motors would be melted at a distance of 250 miles, so that an invisible Chinese Wall of Defense would be built around the country against any attempted attack by an enemy air force, no matter how large.

This "teleforce," he said, is based on an entirely new principle of physics that "no one has ever dreamed about," different from the principle embodied in his inventions relating to the transmission of electrical power from a distance, for which he has received a number of basic patents. This new type of force, Mr. Tesla said, would operate through a beam one one-hundred-millionth of a square centimeter in diameter, and could be generated from a special plant that would cost no more than \$2,000,000 and would take only about three months to construct.

A dozen such plants, located at strategic points along the coast, according to Mr. Tesla, would be enough to defend the country against all possible aerial attack. The beam would melt any engine, whether Diesel or gasoline-driven, and would also ignite the explosives aboard any bomber. No possible defense against it could be devised, he asserts, as the beam would be all-penetrating.

High Vacuum Eliminated

The beam, he states, involves four new inventions, two of which already have been tested. One of these is a method and apparatus for producing rays "and other manifestations of energy" in free air, eliminating the necessity for a high vacuum; a second is a method and process for producing "very great electrical force"; the third is a method for amplifying this force, and the fourth is a new method for producing "a tremendous electrical repelling force." This would be the projector, or gun, of the system. The voltage for propelling the beam to its objective, according to the inventor, will attain a potential of 50,000,000 volts.

With this enormous voltage, he said, microscopic electrical particles of matter will be catapulted on their mission of defensive destruction. He has been working on this invention, he added, for many years and has recently made a number of improvements in it.

Mr. Tesla makes one important stipulation. Should the government decide to take up his offer he would go to work at once, but they would have to trust him. He would suffer "no interference from experts."

In ordinary times such a condition would very likely interpose an insuperable obstacle. But times being what they are, and with the nation getting ready to spend billions for national defense, at the same time taking in consideration the reputation of Mr. Tesla as an inventor who always was many years ahead of his time, the question arises whether it may not be advisable to take Mr. Tesla at his word and commission him to go ahead with the construction of his teleforce plant.

Such a Device "Invaluable"

After all, \$2,000,000 would be relatively a very small sum compared with what is at stake. If Mr. Tesla really fulfills his promise the result achieved would be truly staggering. Not only would it save billions now planned for air defense, by making the country absolutely impregnable against any air attack, but it would also save many more billions in property that would otherwise be surely destroyed no matter how strong the defenses are as witness current events in England.

Take, for example, the Panama Canal. No matter how strong the defenses, a suicide squadron of dive bombers, according to some experts, might succeed in getting through and cause such damage that would make the Canal unusable, in which case our Navy might find itself bottled up.

Considering the probabilities in the case even if the chances were 100,000 to 1 against Mr. Tesla the odds would still be largely in favor of taking a chance on spending \$2,000,000. In the opinion of the writer, who has known Mr. Tesla for many years and can testify that he still retains full intellectual vigor, the authorities in charge of building the national defense should at once look into the matter. The sum is insignificant compared with the magnitude of the stake.

SUNDAY

9/22/40

NY TIMES

"Death Ray" for Planes

Nikola Tesla, one of the truly great inventors who celebrated his eighty-fourth birthday on July 10, tells the writer that he stands ready to divulge to the United States Government the secret of his "teleforce," with which, he said, airplane motors would be melted at a distance of 250 miles, so that an invisible Chinese Wall of Defense would be built around the country against any attempted attack by an enemy air force, no matter how large.

This "teleforce," he said, is based on an entirely new principle of physics that "no one has ever dreamed about," different from the principle embodied in his inventions relating to the transmission of electrical power from a distance, for which he has received a number of basic patents. This new type of force, Mr. Tesla said, would operate through a beam one one-hundred-millionth of a square centimeter in diameter, and could be generated from a special plant that would cost no more than \$2,000,000 and would take only about three months to construct.

A dozen such plants, located at strategic points along the coast, according to Mr. Tesla, would be enough to defend the country against all possible aerial attack. The beam would melt any engine, whether Diesel or gasoline-driven, and would also ignite the explosives aboard any bomber. No possible defense against it could be devised, he asserts, as the beam would be all-penetrating.

High Vacuum Eliminated

The beam, he states, involves four new inventions, two of which already have been tested. One of these is a method and apparatus

for producing rays "and other manifestations of energy" in free air, eliminating the necessity for a high vacuum; a second is a method and process for producing "very great electrical force"; the third is a method for amplifying this force, and the fourth is a new method for producing "a tremendous electrical repelling force." This would be the projector, or gun, of the system. The voltage for propelling the beam to its objective, according to the inventor, will attain a potential of 50,000,000 volts.

With this enormous voltage, he said, microscopic electrical particles of matter will be catapulted on their mission of defensive destruction. He has been working on this invention, he added, for many years and has recently made a number of improvements in it.

Mr. Tesla makes one important stipulation. Should the government decide to take up his offer he would go to work at once, but they would have to trust him. He would suffer "no interference from experts."

In ordinary times such a condition would very likely interpose an insuperable obstacle. But times being what they are, and with the nation getting ready to spend billions for national defense, at the same time taking in consideration the reputation of Mr. Tesla as an inventor who always was many years ahead of his time, the question arises whether it may not be advisable to take Mr. Tesla at his word and commission him to go ahead with the construction of his teleforce plant.

Such a Device "Invaluable"

After all, \$2,000,000 would be relatively a very small sum compared with what is at stake. If Mr. Tesla really fulfills his promise the result achieved would be truly staggering. Not only would it save billions now planned for air defense, by making the country absolutely impregnable against any air attack, but it would also save many more billions in property that would otherwise be surely destroyed no matter how strong the defenses are as witness current events in England.

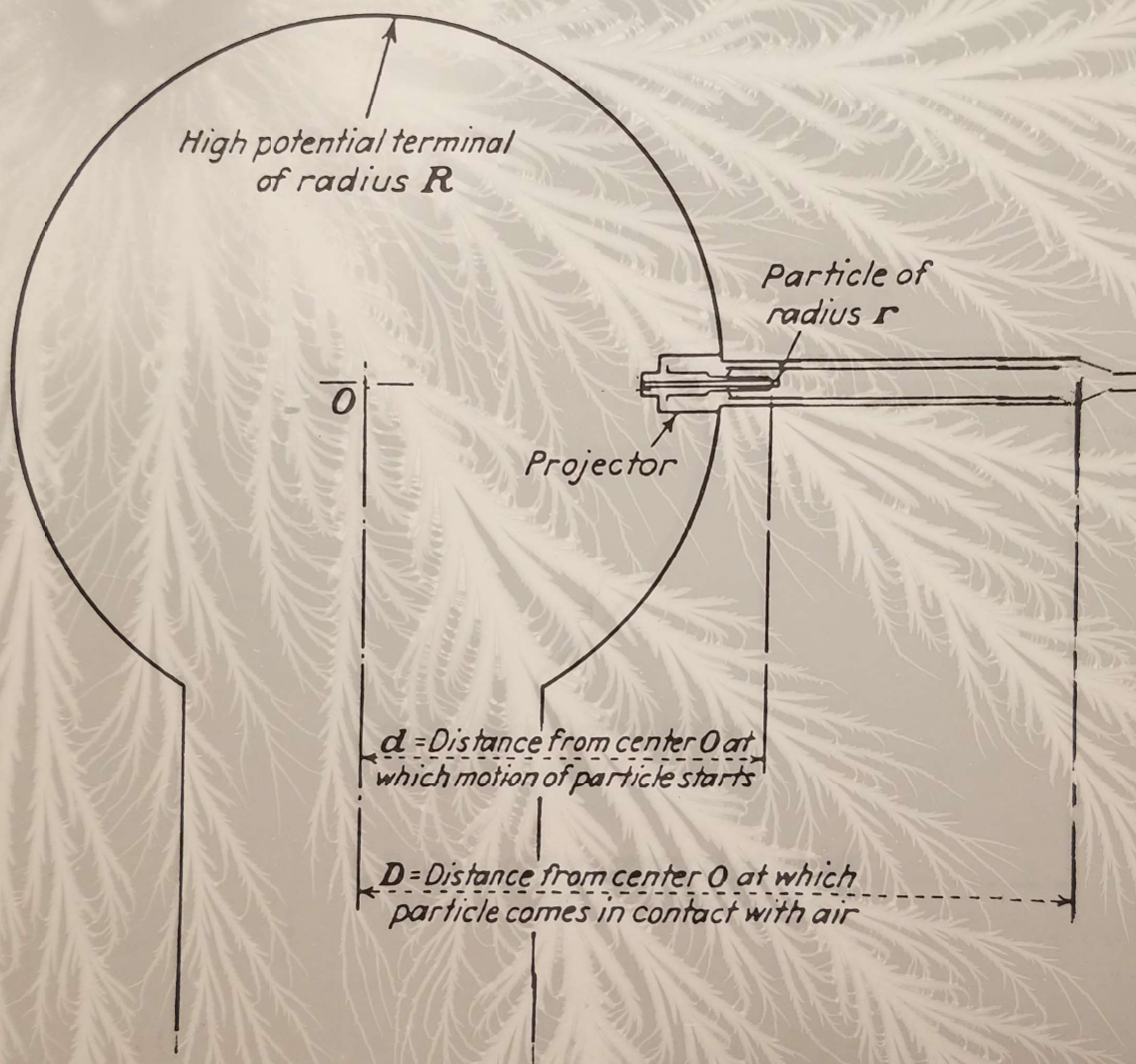
Take, for example, the Panama Canal. No matter how strong the defenses, a suicide squadron of dive bombers, according to some experts, might succeed in getting through and cause such damage that would make the Canal unusable, in which case our Navy might find itself bottled up.

Considering the probabilities in the case even if the chances were 100,000 to 1 against Mr. Tesla the odds would still be largely in favor of taking a chance on spending \$2,000,000. In the opinion of the writer, who has known Mr. Tesla for many years and can testify that he still retains full intellectual vigor, the authorities in charge of building the national defense should at once look into the matter. The sum is insignificant compared with the magnitude of the stake.

9/22/40

NY TIMES

777



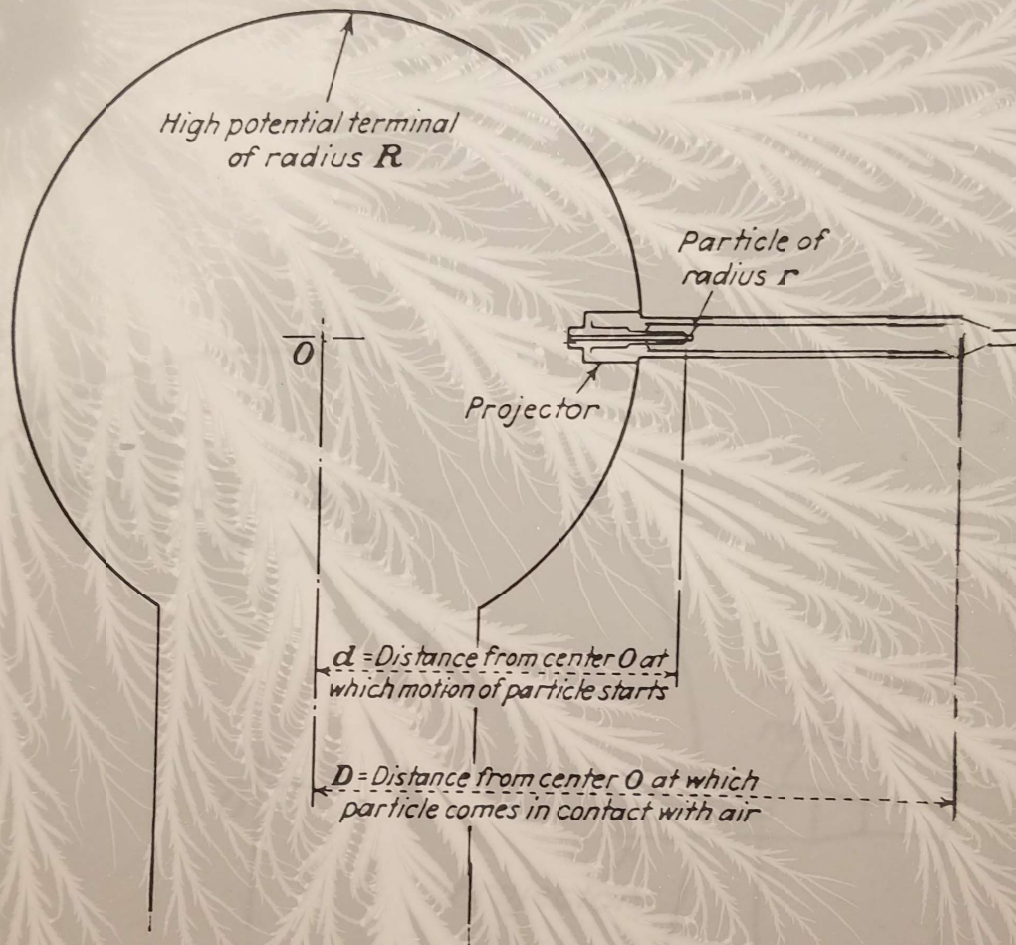
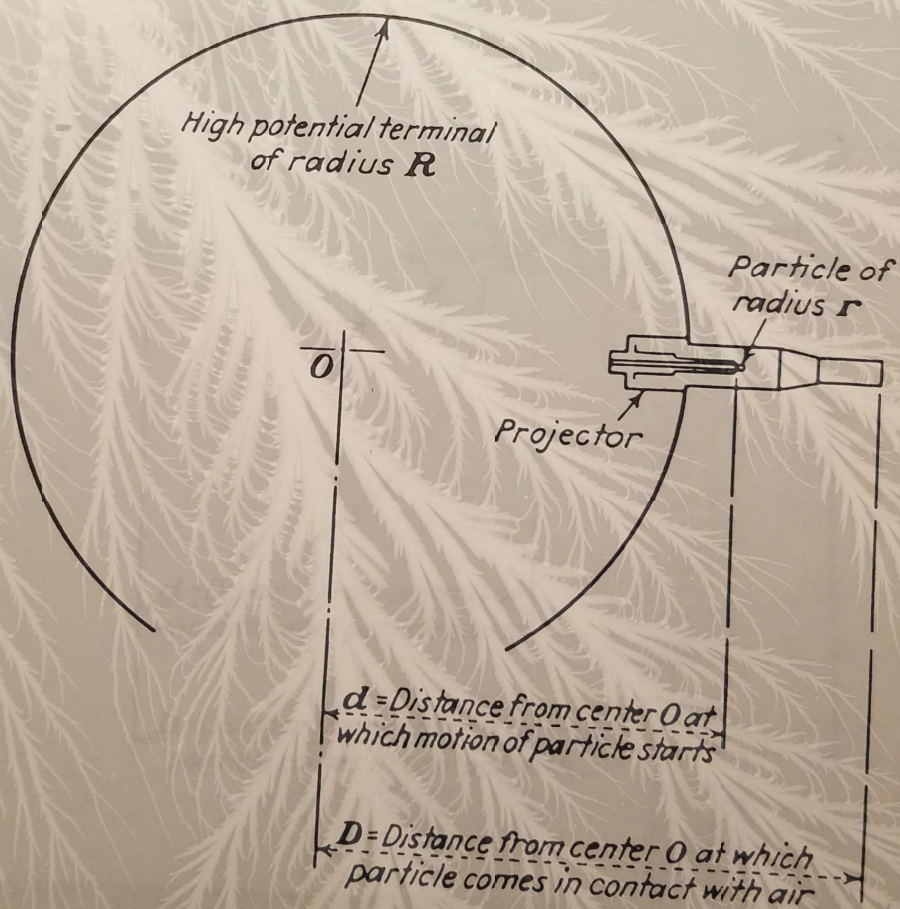
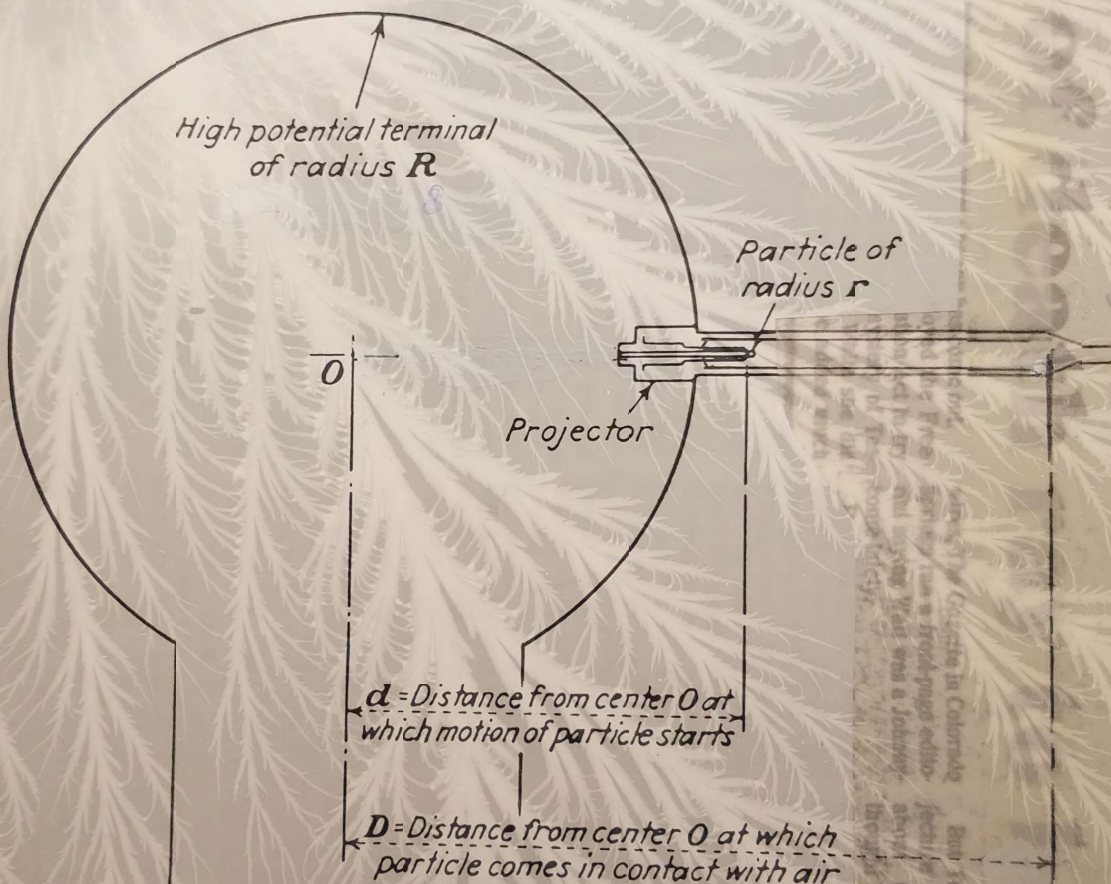


FIG. 5
EXPLANATORY DIAGRAM



NO. 1000
JAN 1951
TEST



500 16

Inventor of death ray to be honored

By Stephen G. Ernst
On March 21, President Reagan made his "Star Wars" speech, in which he outlined his proposal that the United States exploit its technological advantage in defense itself against incoming missiles. Since the advent of nuclear missiles, he said, defense has been "have been directed toward defense of the nation through the promise of a rational policy would mean an attack that would inevitably result in unacceptable losses to themselves."

Even if there is a break through in mutual arms reduction, he said, "it will still be necessary to rely on the specter of retaliation — on mutual threat — and that is a sad commentary on the human condition."

The President then asked: "Are we not capable of demonstrating our peaceful intentions by applying all our abilities and our ingenuity to achieving a truly lasting stability? I think we are — indeed, we must!"

Which brings us to the reason you are reading about all this in Linn's. The inventor of the death ray is going to be on a U.S. stamp this year. I reported here on Nikola Tesla on March 9, 1981. Since then, a new biography by Mar-

garet Cheney has come out. Cheney employed the Freedom of Information Act to try to pierce the mystery of Tesla's death ray. While she did not succeed, she added much



Nikola Tesla will be honored by his government when the United States Postal Service issues a stamp commemorating him and other inventors Sept. 21. Czechoslovakia paid tribute to Tesla with this issue in 1954.

valuable information about it. Let's look at it in chronological order.

In 1924, newspapers began reporting the invention of a death ray. Dr. T.F. Wall made headlines that year when he applied for a patent on a ray he claimed could stop airplanes in midair. When that story hit the news

wires, The Gazette in Colorado Springs ran a front-page editorial saying Wall was a Johnny-come-lately.

Proud of the work Tesla had done in nearby Telluride (the first place on earth with alternating current, thanks to Tesla), The Gazette said Tesla had invented what Wall claimed to have discovered. Not only that, but he had done so in Colorado — in 1889.

Also in 1924, Tesla filed for a patent. Cheney judges the date, so we are left wondering why he did so 25 years after his invention, but the implication must be that Wall's application spurred Tesla to state his claim.

Tesla's patent was requested for "Improvements in Methods of and Apparatus for the Production of High Vacuum. That scientific gobbledegook disgusted the death ray."

Cheney said: "Years later when both the United States and Russia entered the race to perfect modern death rays, the integrator ray weapons, it would be one of his ideas studied with special interest."

But Tesla was stung by controversy in the popular press about the death ray. He thought of the idea as making any country that had it impracticable, forever safe from attack.

He said it would act as an impenetrable barrier against aggression and specifically designed that the idea he was working on was a death ray. Writing in Liberty magazine in February 1935, Tesla called it a "machine to end war."

President Reagan might have used the same words. But note how Tesla described his invention at the very time he was denying it to be a ray.

"My invention projects particles which may be relatively large or of microscopic dimensions, enabling us to convey to a small area at great distance trillions of times more energy than is possible with rays of any kind."

"Many thousands of horse power can thus be transmitted by a stream thinner than a hair (my emphasis), so that nothing can resist."

Said Cheney: "It was not to be radiation but a charged particle beam. Almost half a century later the two most powerful nations in the world would be racing to perfect such a weapon."

And here is where Cheney's book broke new ground. She used the love to dig up documents nobody had ever written about. This had been caused by the government's seizure of all Tesla's papers after his death.

Although Tesla considered his U.S. citizenship his most prized possession, the FBI turned over the papers to the Custodian of Alien Property, an agency set up during World War II to administer German, Italian and Japanese belongings.

Cheney found a telegram from an FBI agent named Foxworth in the New York FBI files, saying:

"Experiments and research of Nikola Tesla, deceased. Espionage — M."

"Nikola Tesla, one of the world's outstanding scientists in the electrical field, died

AVAR 48
MISS 48
THE TESLA PARTICLE BEAM PROJECT - 1736-1942-1983, 1974-1976
Folder 27



HOTEL NEW YORKER

THIRTY-FOURTH STREET AT EIGHTH AVENUE, NEW YORK

May 27, 1938

Dear Excellency
Konstantin Tottich
Washington D.C.

Dear Schoolmaster,
I hope I may be permitted to say:

... I have seen two photographs of your
operation done in your laboratory. I have
definitely seen the results. I am
sure you will be able to see the results of your
operation.

Of course, I am sure that you will be able to see the results of your
operation. I am sure that you will be able to see the results of your
operation.

I am sure that you will be able to see the results of your
operation. I am sure that you will be able to see the results of your
operation.

I am sure that you will be able to see the results of your
operation. I am sure that you will be able to see the results of your
operation.

Yours truly,
The Hon. Tottich

HOTEL NEW YORKER

May 27, 1938

His Excellency
Konstantin Fotitch
Washington, D.C.

Your Excellency,

(translation from the Serbian)

Enclosed are the two photographs which I mentioned today in our conversation. We are coming to a definitive and more complete picture. I still need a little more time to inform you precisely about it all.

I have not heard yet from the English, presumably because of the threat of war. It seems to me that they've lost their heads completely.

I am pleased to see from the papers that as always you are tireless and a fount of wisdom.

Nikola Tesla

MS48
corum@apollo.hp.com, 4:14 PM 10/6/9...,Re: The check...

1

From: corum@apollo.hp.com
Subject: Re: The check...
To: leland@csn.org (Leland Anderson)
Date: Thu, 6 Oct 94 16:14:08 EDT"
Mailer: Elm [revision: 70.85]

Hello Lee;

I have not been in the office lately. Hence not reading my mail. Here is the info on the check. It was written on a bank called, Mercantile Deposit Company, signed by A.A. Uartenian, Chief of Amtorg Trading Corporation, 261 Fifth Ave. NY, NY. Tesla also had coorespondence with a USSR Commander N. Tonctovohi regarding wireless power. The coorespondence was through this Amtorg Co.

Jim does not have email or fax. He only has US mail or phone. He has been away working on several consulting jobs.

I have been working with some high school kids and vacuum tube coils. We have been able to get 64 inches from a pair of 204TH tubes being pulsed with 2kw. However the tubes didn't last long!

Regards
Ken Corum

Printed for Leland Anderson <leland@csn.org>

1

ROYAL YUGOSLAV LEGATION
WASHINGTON, D.C.

14 March 1941

Coded telegram

Minister of foreign affairs

Belgrade

Personal letter for Minister (Cincar-Markovic).

In regard to your Strictly Confidential Telegram No. 578.

I paid Tesla two thousand dollars on the basis of your Confidential Telegram No. 1681.

I visited him along with the engineer Nikolajevic and requested that he announce to us without delay the plans for his invention which is to completely ensure our national defense. Tesla has been talking to me for four years now about his invention, and I have the impression that he has not progressed much in that time. At my insistence, he told me that within ten days he will be able to begin production of the instructions and definitive plans, which will take him about a month.

My impression as well as that of engineer Nikolajevic is that Tesla has physically and spiritually weakened greatly and that not much should be expected of him.

I will in any case be in touch with him and will report to you by wire.

Strictly Confidential No. 33

Fotich

Coded by:
Clerk Sarich

ANALYST
MSS 48

7007
Folder 27

THE TESLA PARTICLE BEAM
REPORT - 1736-1942, 1983, 1994, 1996

ROYAL YUGOSLAV LEGATION
WASHINGTON, D. C.

14 marta 1941 u 18

Šifrovani telegram

Ministarstvu inostranih poslova

Beograd

Lično za Ministra.

U vezi Vašeg telegrama Str.Pov.br.578.

Isplatio sam Tesli dve hiljade dolara na osnovu Vašeg telegrama Pov.R.br.1681.

Bio sam kod njega sa inženjerom Nikolajevićem i molio ga da nam bez odlaganja saopšti planove svog pronalaska koji treba potpuno da osiguraju našu narodnu odbranu. O tome pronalasku Tesla mi govori već četiri godine i imam utisak da u tome nije mnogo napredovao za ovo vreme. Na moje insistiranje rekao mi da će tek kroz desetak dana moći pristupiti izradi upustava i definitivnih planova što će mu uzeti oko mesec dana.

Moja je impresija kao i inženjera Nikolajevića da je Tesla fizički i duhovno veoma oslabio i da od njega ne treba mnogo očekivati.

Ja ću ipak biti u vezi sa njime i izvešću Vas telegramom.

Str.Pov.br,33

Fotić

Šifrovao:
Pisar Sarić

Fotić 27

1. In 1935 Tesla contacted the Allied Powers and contracted to sell plans for a weapon.
2. All primary evidence relating to the US, France and England has been removed. However reference to these contracts are made.
3. The contract with the USSR still exists and is very short, two pages. It calls for delivery of plans and specification to a New York based company (soviet front). The plans were drawn up by deBabula (we have seen). The full plans were in great detail.
4. Tesla recieved \$25,000 after the successful test in the USSR in 1939. According to the contract this means it was built and put into operation at the begining of WWII.
5. According to the communist people I spoke to, the Tesla facility is still in operation today! Also there is one in England and in the US!
6. The Soviets have been working very heavily in the area of wireless power distribution since the 50's. The climax of their tesla work resulted in the woodpecker! This was called a succesful test of wireless power and standing waves for Tesla's weather modification!
7. This information was gotten without the permission of the museum and is soon to published by the soviets. Its premature release may put individuals in the museum in jepordy.

STANDARD TIME INDICATED
RECEIVE

(45).

62

TELEPHONE YOUR TELEGRAMS
TO POSTAL TELEGRAPH
Form 10 L

Postal Telegraph

MacKay Radio

Commercial Cables



All America Cables

Canadian Pacific Telegraphs

THIS IS A FULL RATE TELEGRAM, CABLE-
GRAM OR RADIOGRAM UNLESS OTHERWISE
INDICATED BY SYMBOL IN THE PREAMBLE
OR IN THE ADDRESS OF THE MESSAGE.
SYMBOLS DESIGNATING SERVICE SELECTED
ARE OUTLINED IN THE COMPANY'S TARIFFS
ON HAND AT EACH OFFICE AND ON FILE WITH
REGULATORY AUTHORITIES.

LC169W 61 3 EXTRA=HO NEWYORK NY 22 111 OA 1942 MAY 22 PM 12 21
HIS EXCELLENCY KONSTANTIN FOTIC=

ROYAL YUGOSLAV LEGATION WASHINGTON DC (DU)=

MOLIM IZVOLITE DOSTAVITI POSTALMONEY ORDER JEDINICE 100

DOLARA TO JE OD NEIZRECIVE VAZNOSTI ZA SJEDINJENE DRZAVE
JUGOSLAVIJU RUSIJU ENGLEZKU I DRUGE ZEMLJE POD JARMON
NECOVEKA. MOJA OTKRICA CE GA UNISTIT KAO GROM IZ NEBA JOS
OVE GODINE. OCEKUJEM OD VASEG POZNATOG PRVENSTVA DA CETE
UCINITI SVE MOGUCE ZA TU SVRHU. IZRAZOM NAJVECEG POSTOVANJA
I ZAHVALNOSTI OSTAJEM UVEK VAS=

DR NIKOLA TESLA SOBA 3327 HOTEL NEWYORKER TELEPHONE
MEDALLION 3-1000.

100 3327 3-1000.

Archer
MS 48

Archer - Papers - The Tesla Particle Beam Proposal - 1736-1942/1983, 1974, 1976

Box 7
Folder 27

WESTERN UNION OCTOBER 29, 1941 4:48 P

KONSTANTIN FOTICH WASH DC

THOUGH IT DOESN'T SEEM SO WE ARE ALWAYS IN TOUCH WITH BELGRADE. I RECEIVE MANY LETTERS ASKING FOR FINANCIAL HELP. BUT THAT IS ONLY RELATIVELY SMALL NUMBER. GREAT MAJORITY ASK THAT I USE MY DISCOVERIES, INVENTIONS, GENIUS AND WHAT NOT, FOR DESTRUCTION OF OUR SAVAGE ENEMIES. I WILL SPEND MORE THAN THE THREE HUNDRED DOLLARS YOU GAVE ME FOR POLA BECAUSE I AM PREPARING A BOOK WHICH WILL BE UNIQUE IN WORLD LITERATURE AND WILL SELL WITHOUT LIMIT SO TO SPEAK. IF A MILLION ARE PUBLISHED THEN POLA WILL RECEIVE FIVE HUNDRED THOUSAND DOLLARS. IT'S WONDERFUL THAT AFTER HORRIBLE SUFFERING BELGRADE SENDS US A GREAT MULTITUDE OF VARIED AND IMPORTANT INFORMATION ONLY ONE PRICE IN ZAGREB. FORGIVE ME BUT YOU STILL HAVEN'T SENT ME SIX HUNDRED DOLLARS FOR SEPTEMBER URGENTLY NEEDED. THIS SUM SHOULD BE IMMEDIATELY PAID TO ME BY THE LEGATION. NATURALLY I EXPECT WESTERN UNION MONEY ORDER FOR THREE HUNDRED. I AGREED WITH TIFFANY COMPANY THAT THE GOLD WATCH FOR POLA WILL COST FIFTY DOLLARS FOURTEEN KARATS AS USUAL AND A TWO LETTER MONOGRAM. GOT MY GIFT TO YOU FOR THE MONEY AND NOW I'M THINKING HOW TO DEDICATE IT. WITH GREATEST RESPECT AND GRATITUDE, YOURS,
NIKOLA TESLA

1736-1942-183, 1944, 1976
Box 7
Folder 27

Service
is a full-rate
telegram or cable-
gram unless its de-
ferred character is in-
dicated by a suitable
symbol above or pre-
ceding the address.

WESTERN UNION

(40)

SYMBOLS	
DL	Day Letter
NT	Overnight Telegram
LC	Deferred Cable
NY	Cable Night Letter
RD	Radio Telegram

R. B. WHITE
PRESIDENT

NEWCOMB CARLTON
CHAIRMAN OF THE BOARD

J. C. WILLEVER
FIRST VICE-PRESIDENT

The filing time shown in the date line on telegrams and day letters is STANDARD TIME at point of origin. Time of receipt is STANDARD TIME at point of destination.

NC268 177=NH NEWYORK NY 29 448P

NJEGOVA EKSELENCIJA= 1520 16 ST NORTHWEST

KONSTANTIN FOTICH WASHDC=

1941 OCT 29 PM 42

Handwritten signature and initials

PREMDA SE NECINI MI SMO UVEK U DOTICAJU SA BEOGRADOM.
DOBIVAM MNOGO PISAMA ISTECI NOVCANU POMOC. NU TO JE
RELATIVNO MALEN PROJ. VELIKA VECINA ZAHTEVA DA UPOTREBIM
MOJE PRONALAZKE, OTRICA, GENIJ I STO NE, ZA UNISTENJE NASIH
DIVLJIH NEPRIJATELJA. JA CU POTROSITI VISE NEGO ONIH TRI
STOTINE DOLARI STO STE MI DALI ZA POLU JER PRAVIM KNJIGU
KOJA CE BITI JEDINSTVENA U SVETSKOJ LITERATURI I PRODAVATI
SE TAKO RECI BEZ GRANICE. AKO SE IZDA MILIJUN POLA CE
PRIMITI PET STOTINA HILJADA DOLARA. DIVNO JE DA POSLJE
GROZNOG STRADANJA BEOGRAD NAM SALJE OGROMNU MNOZINU
SVAKOVRSNIH I VAZNIH PODATAKA SAMO JEDNA CENA U ZAGREBU.
OPROSTITE VI MI JOS NISTE PRISTAVILI SEST STOTINA DOLARA ZA
SEPTEMBER NEOBHODNO NUZDNI. TREBA DA MI SE TA SVOTA ODMAH
PLATI OD STRANE POSLANSTVA. DAKAKO OCEKUJEM WESTERNUNION
MONEYORDER ZA TRI STOTINE. SLOZIO SAM SE SA TIFFANY COMPANY
DA CE ZLATAN SAT ZA POLU KOSTATI PEDESET DOLARA CETRNAESI
KARAT KAO OBICNO I MONOGRAMOM OD DVA SLOVA. DOBIJO SAM MOJ
DAR VAMA ZA NOVCE I SAD PREMISLJAM KAKO DAGA POSVETIM. SA
IZRAJOM NAJVECEG POSTOVANJA I ZAHVALNOSTI VAS=

NIKOLA TESLA.

HO 3492

Handwritten initials

634P PTY ANS ADV

THE COMPANY WILL APPRECIATE SUGGESTIONS FROM ITS PATRONS CONCERNING ITS SERVICE

634P PTY ANS ADV NOT FOR GREEK
LEGATION SUB TRY JUGOSLAV
RI ADV HO 3492 SE

1007
Folder 27

corum@apollo.hp.com, 4:14 PM 10/6/9...,Re: The check...

1

From: corum@apollo.hp.com
Subject: Re: The check...
To: leland@csn.org (Leland Anderson)
Date: Thu, 6 Oct 94 16:14:08 EDT"
Mailer: Elm [revision: 70.85]

Hello Lee;

I have not been in the office lately. Hence not reading my mail. Here is the info on the check. It was written on a bank called, Mercantile Deposit Company, signed by A.A. Uartenian, Chief of Amtorg Trading Corporation, 261 Fifth Ave. NY, NY. Tesla also had coorespondence with a USSR Commander N. Tonctovohi regarding wireless power. The coorespondence was through this Amtorg Co.

Jim does not have email or fax. He only has US mail or phone. He has been away working on several consulting jobs.

I have been working with some high school kids and vacuum tube coils. We have been able to get 64 inches from a pair of 204TH tubes being pulsed with 2kw. However the tubes didn't last long!

Regards
Ken Corum

Printed for Leland Anderson <leland@csn.org>

1

Anderson
Miss 40

Process the 10th Paralel Beam. Proposed - 1736 - 1942, 1983, 1994, 1996

2007

COPY OF LETTER BY DR. TESLA TO THE BRITISH

WAR OFFICE

New York, N. Y.
August 29, 1936

His Majesty's Principal Secretary of State
For War
War Office
London, S.W.1.

Sir:

The following proposal to His Majesty's Government, set forth in detail below, is respectfully submitted under the seal of secrecy.

EXPLANATORY REMARKS

1: In the course of scientific and experimental investigation, carried on for many years, I have made important discoveries and inventions enabling me to project particles of matter to great distances with high velocities which may even approximate that of light, thereby producing destructive and other effects of virtually any desired intensity. However, unbelievable, it is, a fact that in this manner, not only a city and the thickly settled districts in its vicinity but all the clearly visible surrounding country, can be rendered entirely immune from damage to life and property by an attack of aeroplane no matter what their number, speed and altitude of flight. As to dirigibles of the zeppelin or other types, they could not approach the protected region without their crews being killed, the engines stopped and the bombs exploded. Protection may also be afforded in foggy weather and in the darkness of night.

2: The energy generated and emitted by my methods and apparatus is not subject to dispersion, as that of ordinary rays, but travels on and on in a state of unchanging concentration such that power amounting to thousands of kilowatts may be transmitted through a channel of less than one hundred thousandths of a centimeter in cross section and, from the same machine, not only through the

MS 48

Process - The Tesla Particle Beam Project - 1736, 1942, 1983, 1994, 1996

1997

earth's atmosphere but also with equal facility through interplanetary space to unlimited distance.

3: This new art of transmitting and applying nondispersive energy seems to me destined to create a revolution in many fields and may, perhaps, be viewed by posterity as my best achievement. It is certain that the principle will be of profound influence on the future development of implements of war. Just to illustrate its immense possibilities in this special department of science and engineering, consider a shell of having a weight of 400,000 grams and a nozzle velocity of 400,000 centimeters per second and imagine that the same weight were represented in minute particles which my machine can readily project with a speed two hundred thousand times greater. In this case their aggregate kinetic energy would be twenty billion times that of the shell. Evidently, then to equal the energy of the same, a quantity of particles weighing only one hundred thousandths of a gram would be required.

4: The particles might be effective at thousands of kilometers but, of course, the useful trajectory is limited and will be almost perfectly rectilinear, the gravitational fall during the quasi-infinitesimal time of transit being negligible.

5: Regarding the magnitude of the objective actions, it may be stated that, whatever the size of the particle, the collective effect of a vast number of them may be very great and extremely destructive both by the mechanical force of the blow and the heat generated. As the _____ of impact and, consequently, the heated masses are very small, enormous instantaneous pressures and temperatures should be attained with the result of piercing not only thin aeroplane sheathing but also thick armour.

6: Obviously, in repelling attacks by armies, actions of comparatively insignificant intensity would be quite sufficient. Ten thousand men could be temporarily or permanently stopped at distances exceeding many times the range of an ordinary rifle with an expenditure of kinetic energy not greater than that imparted to one shell.

earth's atmosphere but also with equal facility through interplanetary space to unlimited distance.

3: This new art of transmitting and applying nondispersive energy seems to me destined to create a revolution in many fields and may, perhaps, be viewed by posterity as my best achievement. It is certain that the principle will be of profound influence on the future development of implements of war. Just to illustrate its immense possibilities in this special department of science and engineering, consider a shell of having a weight of 400,000 grams and a nozzle velocity of 400,000 centimeters per second and imagine that the same weight were represented in minute particles which my machine can readily project with a speed two hundred thousand times greater. In this case their aggregate kinetic energy would be twenty billion times that of the shell. Evidently, then to equal the energy of the same, a quantity of particles weighing only one hundred thousandths of a gram would be required.

4: The particles might be effective at thousands of kilometers but, of course, the useful trajectory is limited and will be almost perfectly rectilinear, the gravitational fall during the quasi-infinitesimal time of transit being negligible.

5: Regarding the magnitude of the objective actions, it may be stated that, whatever the size of the particle, the collective effect of a vast number of them may be very great and extremely destructive both by the mechanical force of the blow and the heat generated. As the _____ of impact and, consequently, the heated masses are very small, enormous instantaneous pressures and temperatures should be attained with the result of piercing not only thin aeroplane sheathing but also thick armour.

6: Obviously, in repelling attacks by armies, actions of comparatively insignificant intensity would be quite sufficient. Ten thousand men could be temporarily or permanently stopped at distances exceeding many times the range of an ordinary rifle with an expenditure of kinetic energy not greater than that imparted to one shell.

Ms 48

The Cash Particle Beam Project - 1936-1942/43, 1944/45

Doc 7

7: A very valuable and unique feature of my machine is its capability of delivering, in intervals, energy at rates many times the normal without the slightest risk to any of its parts.

8: Most of the results contemplated are possible only by the use of electrical pressures much greater than any heretofore employed. This subject has required my concentrated attention for nearly forty years and 1900 I had already mastered the art sufficiently to operate a large wireless transmitter at twenty million volts although not without difficulties and danger. It enabled me, among other things, to flash a current around the globe, demonstrate terrestrial resonance and produce a potential "death ray". Numerous improvements in methods and apparatus which I have invented to date make it easy to guarantee and control safely electric potentials from fifty to one hundred million volts by which I expect to realize practical wireless transmission of power. Noting with satisfaction and pride the extensive use of my alternating system in His Majesty's domain I hope to achieve a similar success in this new field.

9: In the hands of scientific investigation my machine is likely to yield results of inestimable value. From certain observations I have made in experimenting with twenty million volts it seems reasonable to expect that it will also be capable of dispelling fog, especially as the size of the particles, their speed and their electrical charge can be instantaneously varied and adjusted for best effect.

10: In order to obtain electrical and mechanical actions of the magnitude here considered it is indispensable to employ over a dozen of my discoveries and inventions, some of which are fundamental.

11: In the present state of development, a plant of one thousand kilowatts capacity, comprising a small power house and a tower twenty-five meters high, would be sufficient for the safety of London and the surrounding districts. To protect Great Britain a few of such plants would have to be used. I have devoted much time

to reduce the dimensions and capacity of such an installation and am satisfied that battleships may be equipped with compact units which will destroy attacking planes and may also prove effective in the dispersion of fog.

PROPOSAL TO HIS MAJESTY'S GOVERNMENT

This proposal is made with the sincere hope of rendering a great service to the world, and the object of advancing my work in the interest of science and humanity. I have an unbounded admiration for the people of Great Britain and believe that these inventions and discoveries of mine could not be more beneficially employed than by protecting His Majesty's domain from a possible calamity which would be of disastrous consequence to all human progress.

As for myself, I need absolutely a large and fully equipped research laboratory and the "Tesla Institute" recently formed in Yugoslavia, as well as an Academy of Science, founded in Paris in my honor, will require continued support. Besides, I have many imperative obligations, and all this requires a large sum of money, especially in view of the restrictions placed on individual possession. If, as I am sure, I can render this great service to Great Britain, I feel that I should be aided in the attainment of my unselfish aims.

1. As the first step towards the realization of the objects contemplated, I propose to submit to His Majesty's Naval and Military experts, within three months from date of acceptance, complete drawings and specifications of an operative plant as referred to above, with all the details and accessory devices. This is not ordinary routine work but a special and very difficult task, to which I must devote my full attention, excluding other business. To cover all outlays and allow for reasonable personnel expenses, a sum of fifteen thousand pounds would have to be provided and I expect that, at least half of it would be paid in advance, and the remainder on delivery of the plans.

2. My specifications are always drawn with the greatest care and in all cases that presented themselves in my long career, they have been approved and adopted in their entirety. I anticipate, therefore, with confidence, that His Majesty's

experts will take the same favorable action and if so, my compensation should then be fixed and would consist:

- (a) In the immediate payment of the sum of five hundred thousand pounds.
- (b) A guarantee by His Majesty's government that when the plant is built and tested and found to operate as I specify so that, it can protect London and surrounding districts, of which I feel perfectly confident, another payment will be made to me of ten million pounds immediately upon satisfactory demonstration.
- (c) His Majesty's government will further guarantee me an annual royalty of one pound per kilowatt of the rated capacity of this as well as other plants which may be built to my specifications.
- (d) Coincident with the approval of my plans, I would offer my services for one year, during which time I would furnish additional drawings and specifications and other desired information and assistance, for which I receive ten thousand pounds.

Believe me, Sir,

Your obedient servant

H:
F:
W:
L
S

Answers
MS 48

MS 48
Folder 27

COPY OF LETTER BY DR. TESLA TO THE BRITISH
WAR OFFICE

New York, N. Y.
August 29, 1936

His Majesty's Principal Secretary of State
For War
War Office
London, S.W.L.

Sir:

The following proposal to His Majesty's Government, set forth in detail below, is respectfully submitted under the seal of secrecy.

EXPLANATORY REMARKS

1: In the course of scientific and experimental investigation, carried on for many years, I have made important discoveries and inventions enabling me to project particles of matter to great distances with high velocities which may even approximate that of light, thereby producing destructive and other effects of virtually any desired intensity. However unbelievable it is, a fact that in this manner, not only a city and the thickly settled districts in its vicinity but all the clearly visible surrounding country, can be rendered entirely immune from damage to life and property by an attack of aeroplane no matter what their number, speed and altitude of flight. As to dirigibles of the zeppelin or other types, they could not approach the protected region without their crews being killed, the engines stopped and the bombs exploded. Protection may also be afforded in foggy weather and in the darkness of night.

2: The energy generated and emitted by my methods and apparatus is not subject to dispersion, as that of ordinary rays, but travels on and on in a state of unchanging concentration such that power amounting to thousands of kilowatts may be transmitted through a channel of less than one hundred thousandths of a centimeter in cross section and, from the same machine, not only through the

t

2
Folder 27

COPY OF LETTER BY DR. TESLA TO THE BRITISH
WAR OFFICE

New York, N. Y.
August 29, 1936

His Majesty's Principal Secretary of State
For War
War Office
London, S.W.1.

Sir:

The following proposal to His Majesty's Government, set forth in detail below, is respectfully submitted under the seal of secrecy.

EXPLANATORY REMARKS

1: In the course of scientific and experimental investigation, carried on for many years, I have made important discoveries and inventions enabling me to project particles of matter to great distances with high velocities which may even approximate that of light, thereby producing destructive and other effects of virtually any desired intensity. However, unbelievable, it is, a fact that in this manner, not only a city and the thickly settled districts in its vicinity but all the clearly visible surrounding country, can be rendered entirely immune from damage to life and property by an attack of aeroplane no matter what their number, speed and altitude of flight. As to dirigibles of the zeppelin or other types, they could not approach the protected region without their crews being killed, the engines stopped and the bombs exploded. Protection may also be afforded in foggy weather and in the darkness of night.

2: The energy generated and emitted by my methods and apparatus is not subject to dispersion, as that of ordinary rays, but travels on and on in a state of unchanging concentration such that power amounting to thousands of kilowatts may be transmitted through a channel of less than one hundred thousandths of a centimeter in cross section and, from the same machine, not only through the

+

1742103, 1744, 1776
27
1742103, 1744, 1776
27

earth's atmosphere but also with equal facility through interplanetary space to unlimited distance.

3: This new art of transmitting and applying nondispersive energy seems to me destined to create a revolution in many fields and may, perhaps, be viewed by posterity as my best achievement. It is certain that the principle will be of profound influence on the future development of implements of war. Just to illustrate its immense possibilities in this special department of science and engineering, consider a shell of having a weight of 400,000 grams and a nozzle velocity of 400,000 centimeters per second and imagine that the same weight were represented in minute particles which my machine can readily project with a speed two hundred thousand times greater. In this case their aggregate kinetic energy would be twenty billion times that of the shell. Evidently, then to equal the energy of the same, a quantity of particles weighing only one hundred thousandths of a gram would be required.

4: The particles might be effective at thousands of kilometers but, of course, the useful trajectory is limited and will be almost perfectly rectilinear, the gravitational fall during the quasi-infinitesimal time of transit being negligible.

5: Regarding the magnitude of the objective actions, it may be stated that, whatever the size of the particle, the collective effect of a vast number of them may be very great and extremely destructive both by the mechanical force of the blow and the heat generated. As the _____ of impact and, consequently, the heated masses are very small, enormous instantaneous pressures and temperatures should be attained with the result of piercing not only thin aeroplane sheathing but also thick armour.

6: Obviously, in repelling attacks by armies, actions of comparatively insignificant intensity would be quite sufficient. Ten thousand men could be temporarily or permanently stopped at distances exceeding many times the range of an ordinary rifle with an expenditure of kinetic energy not greater than that imparted to one shell.

t

2

7: A very valuable and unique feature of my machine is its capability of delivering, in intervals, energy at rates many times the normal without the slightest risk to any of its parts.

8: Most of the results contemplated are possible only by the use of electrical pressures much greater than any heretofore employed. This subject has required my concentrated attention for nearly forty years and 1900 I had already mastered the art sufficiently to operate a large wireless transmitter at twenty million volts although not without difficulties and danger. It enabled me, among other things, to flash a current around the globe, demonstrate terrestrial resonance and produce a potential "death ray". Numerous improvements in methods and apparatus which I have invented to date make it easy to guarantee and control safely electric potentials from fifty to one hundred million volts by which I expect to realize practical wireless transmission of power. Noting with satisfaction and pride the extensive use of my alternating system in His Majesty's domain I hope to achieve a similar success in this new field.

9: In the hands of scientific investigation my machine is likely to yield results of inestimable value. From certain observations I have made in experimenting with twenty million volts it seems reasonable to expect that it will also be capable of dispelling fog, especially as the size of the particles, their speed and their electrical charge can be instantaneously varied and adjusted for best effect.

10: In order to obtain electrical and mechanical actions of the magnitude here considered it is indispensable to employ over a dozen of my discoveries and inventions, some of which are fundamental.

11: In the present state of development, a plant of one thousand kilowatts capacity, comprising a small power house and a tower twenty-five meters high, would be sufficient for the safety of London and the surrounding districts. To protect Great Britain a few of such plants would have to be used. I have devoted much time

to reduce the dimensions and capacity of such an installation and am satisfied that battleships may be equipped with compact units which will destroy attacking planes and may also prove effective in the dispersion of fog.

PROPOSAL TO HIS MAJESTY'S GOVERNMENT

This proposal is made with the sincere hope of rendering a great service to the world, and the object of advancing my work in the interest of science and humanity. I have an unbounded admiration for the people of Great Britain and believe that these inventions and discoveries of mine could not be more beneficially employed than by protecting His Majesty's domain from a possible calamity which would be of disastrous consequence to all human progress.

As for myself, I need absolutely a large and fully equipped research laboratory and the "Tesla Institute" recently formed in Yugoslavia, as well as an Academy of Science, founded in Paris in my honor, will require continued support. Besides, I have many imperative obligations, and all this requires a large sum of money, especially in view of the restrictions placed on individual possession. If, as I am sure, I can render this great service to Great Britain, I feel that I should be aided in the attainment of my unselfish aims.

1. As the first step towards the realization of the objects contemplated, I propose to submit to His Majesty's Naval and Military experts, within three months from date of acceptance, complete drawings and specifications of an operative plant as referred to above, with all the details and accessory devices. This is not ordinary routine work but a special and very difficult task, to which I must devote my full attention, excluding other business. To cover all outlays and allow for reasonable personnel expenses, a sum of fifteen thousand pounds would have to be provided and I expect that, at least half of it would be paid in advance, and the remainder on delivery of the plans.

2. My specifications are always drawn with the greatest care and in all cases that presented themselves in my long career, they have been approved and adopted in their entirety. I anticipate, therefore, with confidence, that His Majesty's

t

?

Folder 27

experts will take the same favorable action and if so, my compensation should then be fixed and would consist:

- (a) In the immediate payment of the sum of five hundred thousand pounds.
- (b) A guarantee by His Majesty's government that when the plant is built and tested and found to operate as I specify so that, it can protect London and surrounding districts, of which I feel perfectly confident, another payment will be made to me of ten million pounds immediately upon satisfactory demonstration.
- (c) His Majesty's government will further guarantee me an annual royalty of one pound per kilowatt of the rated capacity of this as well as other plants which may be built to my specifications.
- (d) Coincident with the approval of my plans, I would offer my services for one year, during which time I would furnish additional drawings and specifications and other desired information and assistance, for which I receive ten thousand pounds.

Believe me, Sir,

Your obedient servant

+

2

Am...
MS 481

Leland,
of course I am
curious what will
you say. And....
(without many words)
this is only for your
eyes.

Zoran

Anderson, Leland - Tesla's writings - Papers - The Tesla Particle Beam Proposal - 1736, 1942, 1983, 1994, 1996

Page 27
Folder 27

Tesla's Telegrams to S. Kosanovich

One

New York, December 19, 1939

TO Savica Kosanovich, Zagreb (Yugoslavia)

Informed through our diplomat Fotich I cordially thank to Dr. Macek and you on noble offer. It is difficult to accept but I have to take into account only my work. It will take long time before the situation is settled between Serbs and Croats. Great and happy development is that we are united against the enemy.

Yours,

Nikola Tesla

Two

New York, March 1, 1941

TO Savica Kosanovich, Belgrade (Yugoslavia)

Warmest thanks to Mr. Macek and you for the good news. It is important to inform you with the facts. I have been developing a new principle for eight years, using more than fifty own inventions of which one third are fundamental discoveries. In the system there are no electrons. Energy goes in the same direction without spreading and is the same on all distances. It consists of neutrons. The beam is equal to the diameter of hydrogen. It penetrate the shield of the largest warships, so whatever is in them can be put on fire on limitless distance. Also airplanes. There should be needed nine stations: four for Serbia, three for Croatia, and two for Slovenia. Each should be two hundred KW, and they unavoidably give the protection to our dearest homeland against all the attacks. The content of the bomb can be triggered in the air. I want to stress out that in one station there is need for only one small generator or battery of 30 volts for operation.

Give my regards to Dr. Macek, and to you all the best and a lot of thanks.

Your uncle,

Nikola Tesla

MS A 181
Akers, Leland - Tesla's writings - Papers - The Tesla Particle Beam Project - 1936-1942, 1983, 1994, 1996

t

2.
Page 27

Three

New York, March 4, 1941

TO Savica Kosanovich, Belgrade (Yugoslavia)

Poor in words I didn't send you enough informations. It will be necessary to enlarge the number of stations up to twelve; eight for Croatia each in shape of my known tower but only twenty meters high with a dome five meters in diameter. The station works by mechanical force from a Diesel machine, my air turbine, steam, electrically, or any other way and transfer in electrical non-alternating power under pressure of sixty million volts without danger. I expect ban Subasic to build one station at the peak of Lovcen mountain. Will be no radiance. Electrical power is moving particles through the air with velocity of 11837370000 centimeters per a moment and that's 0,394579 of the speed of light. What I said about aeroplanes is also true for tanks, freight vehicles, automobiles, many different types of machines in factories, wheels in hydro, electrical and many other machines. Particles could have larger diameter than hydrogen atom and it is possible to melt metals and many other materials on all distances. Important results in war and peace achieved. Particles are practically always neutrons because they carry 3723 times less electricity than electrons which couldn't reach far distances through air. In my efforts with twenty effective millions of volts electrons were carrying forty times more electricity than usually and were penetrating two meters and because of a terrible reaction were destroying every tube in a moment. I must finish because a whole book is needed to explain everything. With a warmest regard I remain your uncle=

Nikola Tesla

Four

New York, July 15, 1941

TO Sava Kosanovich, Yugoslav Minister, Capetown (South Africa)

My health could not be better. I eat like a horseman. I developed new inventions for our homeland, that can produce miracles. A lot of greetings from your faithful uncle=

Nikola

et

uk?

Five

New York, no date

TO Sava Kosanovich, Yugoslav Delegate, Capetown (South Africa)

To prepare the engineer who will come later, and personal needs send me eight hundred dollars, please could you order to send me by telegraph. I work very successfully with all my energy but the laws of nature cannot be overlooked. Long live his majesty, King Peter II, his majesty Prince Pavle, and our still invincible Yugoslavia. Greetings, your uncle

Nikola Tesla

Six

New York, December 26, 1941

TO Savica Kosanovich, Belgrade (Yugoslavia)

Recently I produced new principle to transfer unlimited power, for the complete defense of our dearest homeland. That power, that I managed to prove in practice, will give Yugoslavia overwhelming strenght, because it will be able to destroy every machine, trigger the gunpowder, and so on. I will explain everything via our representative. I drained my finances in this hard work, and I have to ask you to send me, by telegraph, at least five hundred dollars, hotel New Yorker. I am very happy thinking that I am helping the homeland. With greetings I remain your uncle=

Nikola Tesla

Leland
the language' is not perfect
but I must be honest:
Tesla's language was
also not that good.
Anyway, this is for the
first aid. What do you think?

Foran

Page 7
Folder 27

Person, Leland - Tesla's work on the use of the particle beam. Proposed - 1736 - 1942, 1983, 1994, 1996

Tesla, Nikola

Mass, Energy, and Power

n.p., n.d.

t.ms., 116p. (title and p. 1-4 lacking;
text in German)

✓ 106

psychischer und anderer Zustände zu grosser Vollkommenheit gebracht worden sind, experimentell ~~würden~~ bestaetigt werden. Mehr noch: dieses eine menschliche Wesen lebt fort und fort. Das Individuum ist vergänglich, Rassen und ~~Völkern~~^{Völker} kommen und vergehen, aber der Mensch bleibt. Darin besteht der grosse Unterschied zwischen dem einzelnen Menschen und der gesamten Menschheit. Darin auch liegt eine teilweise Erklärung vieler jener wunderbaren Erbschaft^sphaenomena, die das Resultat schwacher, aber unzählbare Jahrhunderte lang beständig wirkender Einflüsse sind.

Man stelle sich also den Menschen vor als eine Masse, die von einer Kraft vorwärts gedrängt wird. Obgleich diese Bewegung nicht eine translatorische ist, eine Bewegung, die eine Stellungs-
veränderung in sich begreift, sind doch die allgemeinen mechanischen Bewegungsgesetze anwendbar, und die dieser Masse innewohnende Energie kann nach wohlbekannten Grundsätzen gemessen werden durch die Hälfte des Produkts aus der Masse und ^{dem Quadrat} einer gewissen Geschwindigkeit. So enthält z. B. eine sich im Ruhezustand^{zu} befindende Kugelhugel eine gewisse Quantität von Energie in der Form von Wärme. Man stellt sich vor, die Kugel bestehe aus unzähligen kleinen Teilchen, Atome oder Moleküle genannt, welche vibrieren oder um einander herumwirbeln. Man stellt ihre Massen und Geschwindigkeiten fest und bestimmt daraus die Energie jeder dieser kleinen Systeme, und indem man alle addiert, erhält man eine Idee von der gesamten Energie, welche in der scheinbar sich in Ruhe

befindenden Kugel enthalten ist. Bei dieser rein theoretischen Abschaetzung kann dann diese Energie berechnet werden indem man die Haelfte der ganzen Masse -das heisst, die Haelfte ^{der Summe} aller kleinen Massen- multipliziert mit dem Quadrat einer Geschwindigkeit, welche aus den Geschwindigkeiten der einzelnen Teilchen bestimmt wird. Man kann sich vorstellen, dass die menschliche Energie auf dieselbe Weise gemessen werden koenne, indem man die Haelfte der menschlichen Masse multipliziert mit dem Quadrat einer Geschwindigkeit, welche wir noch nicht zu berechnen imstande sind. Aber unser Mangel an Kenntniss in dieser Hinsicht wird nichts zerstören an der Wahrheit der Schlussfolgerungen, die ich daraus ableiten werde, denn sie beruhen auf dem festen Grundsatz, dass Masse und Kraft ueberall in der Natur von denselben Gesetzen beherrscht werden.

Der Mensch ist jedoch nicht eine gewoehnliche, aus spinnenden Atomen oder Molekuelen bestehende, und nur Waerme-Energie enthaltende Masse. Er ist ^{Masse} eine ^{Masse} ausgestattet mit gewissen hoeheren Eigenschaften wegen des Lebensschöpfungsprinzips, welches ihm innewohnt. Seine Masse aendert sich bestaendig wie das Wasser in einer Meereswoge, das alte wird durch neues ersetzt. Und nicht nur dies, er waechst, pflanzt sich fort und stirbt, und aendert so unabhaengig seine Masse, in Groesse sowol als in Dichtigkeit. Am allerwunderbarsten ist, dass er seine Bewegungsgeschwindigkeit zu vermindern oder zu vergroessern (imstande ist) verloege der geheimnis-

vollen Kraft, welche er besitzt, sich aus anderen Substanzen mehr oder weniger Energie anzueignen und diese in Bewegungsenergie umzuwandeln. Aber in irgend einem gegebenen Momente darf man wol diese langsamen Aenderungen unbeachtet lassen und annehmen, dass das Produkt aus der Haelfte der menschlichen Masse ~~ist~~ ^{und} dem Quadrat einer gewissen hypothetischen Geschwindigkeit das Maass menschlicher Energie ist. Wie man auch diese Geschwindigkeit berechnet und was man auch immer als Masseinheit annimmt, man muss, in Uebereinstimmung ^{mit dieser} Auffassung, zu dem Schluss kommen, dass es das groesste Problem der Wissenschaft ist und immer sein wird, die so ^{definiert} festgestellte Energie zu erhoehen. Vor vielen Jahren, angeregt durch das Lesen jenes hochinteressanten Werkes von Draper, "Geschichte der geistigen Entwicklung Europa's", welches so lebhaft die menschliche Bewegung schildert, gelangte ich zu der Erkenntnis, dass die Loesung dieses grossen Problems immerdar die hoechste Aufgabe des Mannes der Wissenschaft sein muss. Einige Resultate meines eigenen Strebens nach diesem Ziele werde ich hier kurz zu beschreiben versuchen.

Es stelle also in Schema a M die menschliche Masse vor. Diese Masse wird nach einer Richtung hin angetrieben von einer Kraft f, welcher eine andere, genau in entgegengesetzter Richtung wirkende, teils reibende, teils negative Kraft Widerstand leistet ^{hervordurch} und die Bewegung der Masse verzoege~~nd~~. Eine solche Gegenwirkung findet bei jeder Bewegung statt und muss in Betracht gezogen werden. Der Unterschied zwischen diesen beiden Kraefte ist die ef

fektive Kraft, welche der Masse M eine Geschwindigkeit V verleiht
 in der Richtung des Pfeiles auf der Linie \underline{f} , welche die Kraft dar-
 stellt. Nach Vorhergehendem ergibt sich also die menschliche Ener-
 gie aus dem Produkt $1/2 M V^2 = 1/2 M V \times V$, worin M die gesamte Masse
 im gewöhnlichen Sinne des Wortes "Masse" und V eine gewisse hypo-
 thetische Geschwindigkeit ist, welche wir bei dem gegenwaertigen
 Standpunkte der Wissenschaft noch nicht genau zu bestimmen und
 festzustellen instande sind. Die menschliche Energie erhoehen be-
 deutet deshalb so viel wie dieses Produkt erhoehen, und, wie leicht
 ersichtlich, stehen zur Erreichung dieses Ziels nur die drei, in
 obigem ^{Siegamme} ~~Schem~~ illustrierten Wege offen. Der erste Weg, dargestellt
 in der oberen Figur, ist Vergroesserung der Masse, (wie durch die
 punktierte Kreislinie angedeutet) indem die beiden entgegengesetz-
 ten Kraefte unveraendert bleiben. Der zweite Weg ist die Vermin-
 derung der Verzoeigerungskraft R auf einen kleineren Wert \underline{r} , indem
 Masse und Antriebskraft dieselben bleiben, wie in der mittleren
 Figur ^{Schema} ~~schematisch~~ gezeigt ist. Der dritte Weg, illustriert in der
 letzten Figur, ist die Vermehrung der Antriebskraft \underline{f} auf einen hoe-
 heren Wert F , waehrend Masse und Verzoeigerungskraft R unveraendert
 bleiben. Offenbar sind der Vergroesserung der Masse und der Ver-
 minderung der Verzoeigerungskraft bestimmte Grenzen gezogen, aber
 die Antriebskraft kann bis ins Unendliche gesteigert werden.. Jede
 dieser drei moeglichen Loesungen verleiht dem Hauptprobleme der
 Erhoegung menschlicher Energie ein anderes ^{indurch es} ~~und teilt es ein~~
 in drei besondere Probleme, die nach einander betrachtet werden
 sollen. ^{zufuehrt.}

Das erste Problem: Wie kann die menschliche Masse vergroessert werden - Das Brennen atmosphaerischen Stickstoffes.

Im allgemeinen betrachtet gibt es augenscheinlich zwei Wege die Masse der Menschheit zu vergroessern: erstens dadurch, dass man jene Kraefte und Zustaeude unterstuetzt und aufrecht erhaelt die zu ihrer Vermehrung beitragen; zweitens dadurch, dass man die Kraefte bekaempft und vermindert, die sie zu verkleinern suchen. Die Masse wird vergroessert durch sorgfaeltige Gesundheitspflege, durch kraeftige Nahrung, durch Maessigkeit, durch regelnhaessige Lebensweise, durch Boerderung der Ehe, durch gewissenhafte Pflege der Kinder und, im allgemeinen, durch Beobachtung der mannigfaltigen Religions- und Gesundheits-Vorschriften und Gesetze. Aber wenn der alten Masse neue hinzugefuegt wird, stellen sich wiederum drei Faelle ein. Die hinzugefuegte Masse besitzt entweder dieselbe, oder kleinere, oder groessere Geschwindigkeit als die alte. Um von der verhaeltnismaessigen Wichtigkeit dieser Faelle eine Idee zu gewinnen, stelle man sich vor, ^{das} ein aus hundert Lokomotiven bestehender Zug laufe auf einem Geleise, und ~~man nehme an dass~~ ^{behufo} ~~man~~ ^{den} die Geschwindigkeit der sich bewegenden Masse ~~zu vergroessern~~, vier weitere Lokomotiven hinzugefuegt werden. Wenn diese vier sich mit derselben Geschwindigkeit bewegen als der Zug, dann wird die gesamte Energie um vier Prozent vergroessert; wenn sie sich ~~mit~~ mit der halben Geschwindigkeit bewegen, wird die Vergroesserung nur ei-

nen Prozent betragen; wenn sie sich mit zweimal so grosser Geschwindigkeit bewegen, dann wird die Energie um sechzehn Prozent vergrossert. Dieses einfache Beispiel beweist, dass es von der hoechsten Wichtigkeit ist, Masse groesserer Geschwindigkeit hinzuzufuegen. Deutlicher ausgedrueckt, wenn z. B. Kinder in ebenso hohem Grade aufgeklaert sind als die Eltern - das heisst, Masse "derselben Geschwindigkeit" sind - wird die Energie nur im Verhaelt- nis zu der hinzugefuegten Anzahl erhoeht. Wenn sie weniger intel- ligent oder fortgeschritten, oder Masse "kleinerer Geschwindigkeit" sind, wird der Gewinn an Energie ein sehr geringere sein; wenn sie aber weiter fortgeschritten, oder Masse "groesserer ^{Geschwindigkeit} ~~Energie~~" sind, dann wird die neue Generation den Gesamtbetrag der menschlichen Energie bedeutend erhoehen. Jede Hinzufuegung von Masse "kleinerer Geschwindigkeit", mehr als unbedingt notwendig ist, um dem in dem Sprichworte "Mens sana in corpore sano" ausgedruckten Gesetze Ge- nuege zu leisten, sollte mit aller Macht bekampft werden. So z. B. betrachte ich die Entwicklung der Muskeln allein, wie sie in einigen unserer Hochschulen angestrebt wird, als Hinzufuegung von Masse "kleinerer Geschwindigkeit", die ich nicht empfehlen wuerde, obgleich ich in meinen eigenen Studentenjahren andere Ansichten hegte. Natuerlich ist maessige Uebung, die das Gleichgewicht zwisch- en Koerper und Geist aufrecht erhaelt und die hoechste Leistungs- faehigkeit gewaehrt, ein Hauptfordernis. Das oben angefuehrte Beispiel zeigt, dass die Erziehung, oder Steigerung der "Geschwin-

digkeit" der neu hinzugefügten Masse dasjenige Resultat ist, dessen Erreichen von der grössten Wichtigkeit ist.

Andererseits braucht wol kaum erwähnt zu werden, dass alles, was den Lehren der Religion und ^{den} Gesundheitsgesetzen widerspricht, eine Verminderung der Masse herbeiführt. Stimuliermittel wie Whiskey, Wein, Thee, Kaffee und dergleichen sind Schuld an der Lebensverkürzung vieler und sollten deshalb mit Maassigkeit gebraucht werden. Aber ich glaube nicht, dass strenge Maassregeln zur Abschaffung von Gewohnheiten, die viele Generationen hindurch befolgt ~~wurden~~, empfehlenswert sind. Es ist weiser Maassigkeit zu predigen, als gänzliche Enthaltensamkeit. Wir haben uns ~~an~~ an diese Stimuliermittel gewöhnt, und wenn ^{derartige} ~~solche~~ Reformen eingeführt werden sollen, so muss dies langsam und allmählich geschehen. Diejenigen Leute, welche ihre Kräfte solchen Zwecken widmen, könnten sich weit nützlicher machen, wenn sie ihren Anstrengungen ~~nun~~ andere Richtungen ^{gäben}, wie z. B. der ^{Verschaffung} ~~Versorgung~~ reinen Trinkwassers.

^{Auf 2 einen Menschen}
Für jede Person, ~~der~~ dem Effekte von Stimuliermitteln unterliegt, ^{entfallen} ~~sterben~~ mindestens tausend, ^{sie} vom Trinken unreinen Wassers ^{sterben}.

Diese kostbare Flüssigkeit, die uns täglich neues Leben einflösst, ist gleichfalls das Hauptmittel, durch welches Krankheiten und Tod unsern Körper betreten. Die Leben-zerstörenden Keime, welche es mit sich bringt, sind um so schrecklichere Feinde, da sie ihr toetliches Werk ^(unbemerkt) verrichten. Sie besiegeln unser

Schicksal, während wir uns unseres Lebens freuen. Die meisten Leute sind so unwissend und unvorsichtig beim Wassertrinken und die Folgen davon sind so verderbenbringend, dass ein Philanthrop seine Bemühungen kaum einer besseren Sache widmen könnte als der Belehrung derer, die sich auf diese Weise Schaden zufügen. Durch systematisches Reinigen und Sterilisieren des Trinkwassers würde die menschliche Masse sehr bedeutend vergrößert werden. Es sollte zu einer strengen Massaregel - ~~die gesetzlich in Ausführung ge-~~^{es ist zum Gesetz erhoben}~~briet~~ werden könnte - gemacht werden, in jedem ~~Haushalt~~^{oder} öffentlichen Platze das Wasser zu kochen oder auf andere Weise zu sterilisieren. Das Filtrieren allein gewährt keinen genügenden Schutz gegen Ansteckung. Alles fuer inwendigen Gebrauch bestimmte Eis sollte künstlich, aus gründlich sterilisiertem Wasser hergestellt werden. Die Wichtigkeit Krankheitskeime aus dem Wasser zu entfernen, mit welchen Staedte versorgt werden, wird allgemein anerkannt, aber es wird wenig zur Besserung der bestehenden Zustände getan, da bisher noch keine zufriedenstellende Methode zur Sterilisierung grosser Wassermengen vorgeschlagen worden ist. Vermittels verbesserter elektrischer Vorrichtungen kann jedoch jetzt Ozon billig und in grossen Quantitäten dargestellt werden, und dieses ideale Desinfektionsmittel scheint eine glückliche Lösung dieser wichtigen Frage zu gewahren.

^{Seld}
Das Spiel, ~~Geschichte~~ Jagd und Aufregung, hauptsächlich

auf den Boersen, sind Ursachen grosser Massenvermindernng, besonders weil die betreffenden Individuen Einheiten eines groesseren Wertes darstellen. Die Unfaehigkeit die ersten Symptome einer Krankheit zu erkennen und deren Vernachlaessigung sind wichtige Sterblichkeitsfaktoren. Indem man sorgfaeltig jedes Zeichen einer Herannahenden Gefahr beachtet und alle moegliche Anstrengungen machen sie abzuwenden, befolgen wir nicht nur weise Gesundheitsgesetze im Interesse unseres Wolseins und des Erfolges unserer Arbeiten, sondern wir erfuellen auch eine hoehere, moralische Pflicht. Jedermann sollte seinen Koerper ansehen als eine unschaetzbare Gabe von Einem, den er ueber Alles liebt, als ein wunderbares Kunstwerk von unbeschreiblicher Schoenheit, ein Meisterwerk, das ueber alle menschliche Verstaendnis erhaben^{ist}, so zart und gebrechlich, dass ein Wort, ein Hauch, ein Blick, ja sogar ein Gedanke ihn beschaedigen kann. Unreinlichkeit verursacht Krankheiten und ist nicht nur eine selbstzerstoerende, sondern auch hoechst unsittliche Gewohnheit. Indem wir unsern Koerper gesund und rein erhalten und ihn bewahren vor Ansteckung, bezeugen wir unsere Ehrfurcht vor dem hohen Prinzip, welches ihm inne wohnt. Wer in diesem Sinne die Vorschriften der Gesundheit befolgt, zeigt sich, mindestens in dieser Beziehung, als wirklich religioes. Lose Sitten sind ein schreckliches Uebel, das sowol Koerper als Geist vergiftet und in einigen Laendern fuer eine grosse Verminderung der menschlichen Masse verantwortlich ist. Viele der gegenwaertigen Sitten und Neigungen haben aehnliche schaedliche Resultate

zur Folge. Z. B. das Gesellschaftsleben, die moderne Erziehung der Frau und moderne Frauenberufe ^{die Frauen} tragen dazu bei, ~~sie~~ ihren haushaltlichen Pflichten zu entziehen und M-änner aus ihnen zu machen und müssen notwendigerweise das hohe Ideal beeinträchtigen, welches sie darstellen, die künstlerische Schöpfungskraft verringern und Unfruchtbarkeit und allgemeine Abschwächung der Rasse verursachen. Tausend andere Uebelsstände könnten erwähnt werden und doch würden alle zusammen, in ihrer Tragweite auf das in Rede stehende Problem, einem einzigen nicht gleichkommen, dem Mangel an Nahrung, herbeigeführt durch Armut, Hilflosigkeit und Hungersnot. Millionen von Menschen sterben jährlich aus Mangel an Nahrung und halten so die Masse in Schranken. Sogar in unsern aufgeklärten Gemeinschaften, und trotz der vielen Wohltätigkeitsunternehmungen, ist dieses doch in aller Wahrscheinlichkeit ~~das~~ das Hauptübel. Ich meine hier nicht gänzlichen Mangel an Nahrung, sondern Mangel an gesunder Nahrung.

Wie man gute Nahrung reichlich verschaffen kann ist deshalb eine höchst wichtige Tagesfrage. Aus allgemeinen Grundsätzen ist das Viehzüchten zum Zwecke der Nahrungsbesorgung zu verwerfen, weil es in dem oben ausgelegten Sinne unzweifelhaft die Hinzufügung von Masse "kleinerer Geschwindigkeit" veranlassen muss. Das Gemüsebauern ist sicherlich vorzuziehen, und ich glaube deshalb, dass der Vegetarismus eine lebenswerte Abänderung ist von der gewöhnlichen barbarischen Lebensweise. Dass man von Pflan-

zenkost leben und dabei seine Arbeit sogar mit Vorteil verrichten kann, ist nicht nur eine hohle Theorie, sondern eine wolbewiesene Tatsache. Viele Voelker, die ^{sich} fast ausschliesslich von Pflanzen ernuehren, besitzen ~~hinter~~ ueberlegenen Koerperbau und Kraft. Gewisse Pflanzenspeise, wie Hafermehl z. B., ist unzweifelhaft oekonomischer als Fleisch und uebertrifft dasselbe sowol an mechanischer als auch geistiger Arbeitsverrichtung. Ausserdem strengt solche Nahrung unsere Verdauungsorgane entschieden weniger an und erzeugt, indem es uns zufriedener und geselliger stimmt, ^{viel} ~~vielmehr~~ schaeetzbares Gut. Angesichts dieser Tatsache sollte jede moegliche Anstrengung gemacht werden, das grausame und unnuetze Hinschlaechten von Tieren, das zerstoerend auf unsere Sitten wirken muss, zu unterdruicken. Wenn wir uns von tierischen Instinkten und Begierden befreien wollen, die uns niederhalten, muessen wir anfangen bei der Wurzel selbst, aus der sie entspringen: es muss eine radikale Reform in unserer Nahrungsweise eingefuehrt werden.

Es scheint eine philosophische Notwendigkeit nach Nahrung nicht zu bestehen. Man kann sich organisierte, ohne Nahrung lebende Wesen vorstellen, die alle zur Verrichtung ihrer Lebensfunktionen noetige Energie dem umgebenden Medium entziehen. In einem Kry-
stalle haben wir einen klaren Beweis von dem Bestehen eines ^{formative} Lebens-
^{life principle} Bildungs-Prinzips, und wenn wir auch das Leben eines Krystalles nicht verstehen koennen, ist es nichtedestoweniger ein lebendes Wesen. - Ausser Krystallen duerfte es noch andere derartige individu-

alisierte, materielle Wesensysteme geben, vielleicht von gasfoermiger Beschaffenheit oder aus einer noch duenneren Substanz bestehend. Angesichts dieser Moeglichkeit - nein, Wahrscheinlichkeit - koennen wir die Existenz lebender Wesen auf einem Planeten, nur weil die Zustaeude auf demselben fuer Leben, wie wir es uns vorstellen, nicht geeignet sind, nicht unwidersprechlich bestreiten. Wir koennen nicht einmal mit absoluter Sicherheit behaupten, dass solche Wesen sich nicht auch hier, in unserer Welt, ja sogar in unserer Mitte befinden, denn ihre Beschaffenheit und Lebensart koennen derart sein, dass wir nicht inderstande sind, sie wahrzunehmen.

Die Erzeugung kuensztlicher Nahrungsmittel als Mittel eine Vergroesserung der menschlichen Masse zu bewirken draengt sich selbstverstaendlich auf, aber ein unmittelbarer Versuch, auf diese Weise Nahrung zu verschaffen scheint mir nicht rationell zu sein, wenigstens nicht fuer den Augenblick. Es ist sehr zweifelhaft, ob wir bei solcher Nahrung gedeihen koennten. Wir sind das Resultat einer ^{seit einer} Ewigkeit fortwaehrender Anpassung und koennen keine gruendliche Aenderung vornehmen ohne unvorhergesehene, in aller Wahrscheinlichkeit verderbliche Folgen. Ein so zweifelhaftes Experiment sollte nicht gemacht werden. Es scheint mir, dass bei Weitem der beste Weg die Verheerung dieses Uebels zu bekaempfen sein wuerde, Mittel zu finden die Fruchtbarkeit des Erdbodens zu vermehren. Zu diesem Zwecke ist die Schonung der Waelder von nicht zu ^{unter} ~~un~~erschaetzendem Werte, und in dieser Beziehung ist auch die

die Ausnuetzung von Wasserfaellen fuer elektrische Kraftuebertragung stark zu befueherten, weil sie auf vielerlei Art die Notwendigkeit des Holz Brennens beseitigt und so zur Waldschonung beitraegt. Die Verbesserungen, die auf diese und aehnliche Weisen zu erreichen sind, haben jedoch ihre Grenzen.

Um die Erzeugnisfaehigkeit des Erdbodens wesentlich zu erhoehen muss derselbe durch koenstliche Mittel auf wirksamere Weise geduenzt werden. Die Frage der Nahrungserzeugung loest sich also auf in die Frage, wie am besten der Erdboden zu duengen ist. Wie das Erdoeich entstanden ist, ist noch ein Geheimnis. Dies zu erklaren wuerde wahrscheinlich eine Erklaeerung des Lebens selbst bedeuten. Die Ealsen, aufgeloeest durch Fruchtbarkeit und Waerme, Wind und Wetter, waren von sich selbst nicht imstande Leben zu erhalten. Es entstand irgend ein noch nicht aufgeklaerter Zustand, es trat irgend ein neues Prinzip in Kraft und es bildete sich die erste Schicht, welche niedrige Organismen, wie Moose, zu ernaehren vermoechte. Diese verliehen dem Boden durch ihr Leben und ihren Tod mehr der Leben-gebenden Eigenschaft, und es konnten dann hoehere Organismen bestehen, und so fort und fort, bis endlich hoch entwickeltes Pflanzen- und Tierleben bluehen konnte. Aber obgleich sogar jetzt die Theorien noch nicht darueber einig sind, wie sich die Befruchtung vollzieht, es ist eine nur zu gut bekannte Tatsache, dass der Erdboden nicht ohne Ende Leben unterhalten kann, und es muss ein Weg gefunden werden, ihn mit denjenigen Substanzen zu versorgen, welche ihm durch die Pflanzen entzogen worden sind. Die hauptsaechlichsten und wertvollsten dieser Substanzen sind

Stickstoffverbindungen, und deren billige Herstellung ist deshalb ^{der} Schluessel zur Loesung des so wichtigen Nahrungsproblems. Unsere Atmosphaere enthaelt unerschoepflich Mengen von Stickstoff, und koennten wir denselben nur oxydieren und diese Mischungen herstellen, so wuerde der Menschheit ein unberechenbarer Nutzen erwachsen.

Schon vor langer Zeit machte diese Idee einen gewaltigen Eindruck auf die Einbildungskraft wissenschaftlicher Maenner, aber ein zur Erzielung dieses Resultats zweckmaessiges Mittel konnte nicht erdacht werden. Die ausserordentliche Traeagheit des Stickstoffes, der sich ^{unvermoegen einzugehen} ~~in~~ ^{Verbindungen} ~~mit~~ Sauerstoff, machte das Problem hoechst schwierig. Aber hier kommt die Elektrizitaet ^{uns zu Hilfe} ~~zur~~ ein elektrischer Strom von geeigneter Beschaffenheit erweckt die schlummernden Affinitaeten des Elements. Wie ein Stueck Kohle, welches Jahrhunderte lang mit Sauerstoff in Beruehrung gewesen ist ohne zu brennen, sich mit demselben verbindet wenn einmal entzuendet, so verbrennt auch der Stickstoff, wenn er durch Elektrizitaet erregt wird. Es gelang mir jedoch erst vor verhaeltnismuessig kurzer Zeit, elektrische Entladungen zu erzeugen, die den atmosphaerischen Stickstoff auf sehr wirksame Weise angriffen, obgleich ich im Mai 1891, bei einem wissenschaftlichen Vortrage, eine neue Art Entladung zeigte, "St. Elms-Gluehfeuer" genannt, die ausser dem Vermoegen, reichlich Ozon zu erzeugen, auch entschieden die Eigenschaft besass, chemische ^{Reaktionen} ~~Verbindungen~~ her-

hervorzubringen, wie ich bei jener Gelegenheit andeutete. Diese Flamme oder Entladung war damals nur drei oder vier Zoll lang, ihre chemische Wirkung war gleichfalls sehr schwach und folglich war das Oxydationsverfahren des Stickstoffes unwirtschaftlich. Diese Wirkung staerker zu machen war nun die Aufgabe. Offenbar mussten elektrische Stroemeⁿ eigentuemlicher Beschaffenheit erzeugt werden, um den Verbrennungsprozess des Stickstoffes ergiebiger zu machen.

Der erste Fortschritt war die Ermittlung der Tatsache, dass der chemische Wirkungsgrad sehr bedeutend gesteigert wird durch Anwendung von Stroemen ^{von} ~~geringer~~ hoher Frequenz oder schneller Schwingung. Dies war eine wichtige Verbesserung, aber praktische Ruecksichten setzten dem Fortschritte in dieser Richtung bald bestimmte Grenzen. Zunaechst wurden die Effekte der Spannung, der elektrischen Stromstoesse, ihre Wellenform und andere charakteristische Eigenschaften untersucht. Dann wurde der Einfluss des Druckes der Atmosphaere und das Vorhandensein von Wasser und anderen Koerpern studiert, und so wurden die besten Bedingungen zur Erzeugung der intensivsten chemischen Wirkung der Entladung und zur Erreichung des hoechsten Wirkungsgrades des Verfahrens allmaechlich festgestellt. Natuerlich kamen die Verbesserungen nicht schnell; aber dennoch, nach und nach machte ich Fortschritte. Die Flamme wurde groesser und groesser und ihre Oxydationskraft staerker und staerker. Von einer unansehnlichen, einige Zoll langen Bueschelentladung entwickelte sie sich zu einem wunderbaren elektrischen Phaeno-

men, einer heulenden, den Stickstoff der Atmosphäre verschlingenden Flammenglut, sechzig oder siebenzig Fuss breit. So wurde langsam, fast unmerklich, die Möglichkeit zur Wirklichkeit. Es ist noch keineswegs Alles vollbracht, aber inwiefern meine Bemühungen belohnt worden sind wird man sich vorstellen können, wenn man Fig. 1 betrachtet, die zusammen mit ihrem Titel sich selbst erklärt.

Die darin sichtbare ^{flammenartige} ~~Flammenartige~~ Entladung wird erzeugt durch intensive elektrische Oscillationen, welche durch die gezeigte Spule fließen und die Luftmoleküle heftig erschüttern. Auf diese Weise wird zwischen den beiden, unter normalen Bedingungen gleichzeitigen Bestandteilen der Atmosphäre eine starke Affinität hervorgerufen, und sie verbinden sich bereitwillig, sogar wenn keine weitere Vorrichtung zur Verstärkung der chemischen Wirkung der Entladung getroffen ist. Bei der Fabrikation von Stickstoffmischungen nach diesem Verfahren wird natürlich jedes mögliche Mittel, welches auf die Intensität dieser Wirkung und die Wirtschaftlichkeit der Methode Bezug hat, ausgenutzt worden, und ausserdem werden besondere Vorrichtungen zur Fixierung der sich bildenden Mischungen getroffen werden, weil sie gewöhnlich unbeständig sind und ~~nachdem der Stickstoff nach kurzer Zeit wieder träge~~ wird. Dampf ist ein einfaches und wirksames Mittel zur dauernden Fixierung der Verbindungen. Das gezeigte Resultat macht es möglich, unbeschränkte Mengen des atmosphärischen Stickstoffes zu crystallisieren, nur durch Anwendung billiger mechanischer Kraft und

und einfacher elektrischer Apparat. Auf diese Weise koennen ueberall in der Welt vielerlei Stoekeoefmischungen zu niedrigen Preisen und in beliebiger Quantitaet hergestellt werden, und vermittle dieser Mischungen kann der Erdboden gedraengt um seine Erzeugnisfaehigkeit ein Ende gesteuert werden. So kann ein Ueberflusse an billiger und gesunder Nahrung, nicht kunstlicher, sondern solcher, an welche wir gewohnt sind, verschafft werden. Diese neue und unerschoepliche Nahrungsquelle wird der Menschheit zu unzaehlbareren Vorteilen gereichen, denn sie wird ungeheuer zur Vergraesserung der menschlichen Masse beitragen und so die menschliche Energie unermesslich vermehren. Bald, hoffe ich, wird die Welt den Anfang einer Industrie sehen, die mit der Zeit, glaube ich, an Wichtigkeit der Fischindustrie an nachzusehen suchen wird.

Das zweite Problem: Wie kann die Kraft, welche die menschliche Masse verbeugert, vermindert werden - die Kraft der Inkontinenz.

Wie vorhin gesagt, wird die Kraft, welche die Fortbewegung des Menschen verzögert, teilweise durch Reibung erzeugt, und teils ist sie negativ. Um diese Unterscheidung klar zu machen, seien beispielsweise Unwissenheit, Dummheit und Geisteschwäche als einige der nur Reibung erzeugenden Kräfte oder Widerstände erwähnt, die jeglichen Richtungstrieb entbehren. Andererseits sind Phantasterei, Wahnsinn, Selbstzerstörungstrieb, religiöser Fanatismus und dergleichen alle Kräfte negativen Characters, die in bestimmten Richtungen wirken. Zur Verminderung oder gänzlichen Überwindung dieser ungleicherartigen Verbeugungskräfte müssen gründlich verschiedene Methoden angewandt werden. Man weiss z. B. was ein Fanatiker zu tun geneigt ist und kann seine Verzichtsmassregeln treffen, ihn aufzulockern, zuherrschen und möglicherweise lenken, sein Laster in Tugend verwandeln; aber man weiss nicht und kann niemals wissen, was ein brutaler oder so wachsinziger Mensch tun wird, und man muss ihn behandeln wie eine Lebluse, von den tollen Elementen losgelassene Masse ohne Verstand. Eine negative Kraft bedeutet immer eine bestimmte, und nicht ~~unbestimmte~~ ^{schlechte} eine bloße, wenn auch falsch angewandte Energiekraft, die sich zum Guten kehren lässt; aber eine Reibungskraft ohne Richtung bedeutet unvermeidli-

chen Verlust. Die erste und allernächste Antwort auf die obige Frage ist also: Alle negative Kraft, die in die richtige Bahn gelenkt und alle Reibungskraft vermindert werden.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass von allen Reibungswiderständen Unwissenheit derjenige ist, welcher die Bewegung der Menschheit am meisten verzögert. Nicht ohne Grund sagte jener Mann der Weisheit, Buddha: "Unwissenheit ist das grösste Übel der Welt." Die Reibung, die durch Unwissenheit verursacht ~~ist~~ und durch die zahlreichen Sprachen und Nationalitäten noch erhöht wird, kann nur durch Verbreitung von Kenntnis und durch Vereinigung der verschiedenartigen Menschenelemente vermindert werden. Aber wie sehr auch in vergangenen Zeiten Unwissenheit die Vorwärtsbewegung des Menschen gehindert haben mag, es steht fest, dass heutzutage die negativen Kräfte grössere Wichtigkeit angenommen haben. Und unter diesen ist wiederum eine von weit grösserer Bedeutung als irgend eine andere. Sie heisst organisierte Kriegsführung. Wenn man bedenkt, wie viele Millionen von Individuen, häufig die tüchtigsten an Körper und Geist, die Blüte der Menschheit, zu einem Leben der Untätigkeit und Unproduktivität gezwungen sind, welche ungeheure, so viel menschliche Energie darstellende Summen Geldes täglich zur Unterhaltung der Armeen und Kriegsführungsrichtungen erforderlich sind, wie viel vergebene Arbeit zur Herstellung von Waffen und Kriegsmaschinen aufgewandt wird, wie viele Leben verloren gehen und welche barbarische Begierden

dadurch in uns gemacht worden, ist man entsetzt ueber den unermesslichen Verlust, welchen die Menschheit durch das Bestehen dieser bedauernswerten Zustände erlitten muss. Was koennen wir tun, um am besten dieses grosse Uebel zu bekampfen?

Zur Aufrechterhaltung von Gesetz und Ordnung sind unbedingt organisierte Krafte notwendig. Keine Gemeinschaft kann ohne strenge Disziplin bestehen und gedeihen. Jedes Land muss instande sein sich zu verteidigen, sollte die Noewendigkeit entstehen. Die Zustände von heute sind nicht das Resultat von gestern, und eine wesentliche Aenderung kann nicht plötzlich eingefuehrt werden. Wenn die Voelker sich auf einmal entwaффnen, wuerde dies wahrscheinlich schlimmere Zustände als Krieg zur Folge haben. Der allgemeine Frieden ist ein schöner Traum, der sich aber nicht auf einmal verwirklichen laesst. Wir haben vor kurzer Zeit gesehen, dass sogar die eifrigsten Bemuehungen eines mit der hoechsten irdischen Macht bekleideten Mannes tatsaechlich ohne Erfolg geblieben sind. Und kein Wunder, denn die Stiftung allgemeinen Friedens ist fuer den Augenblick eine physische Unmoeglichkeit. Der Krieg ist eine negative Kraft und kann nicht in eine positive Richtung gelenkt werden ohne die Zwischenphasen durchzumachen. Das Problem ist dasselbe, als wolle man ein sich drehendes Rad in die entgegengesetzte Richtung wenden, ohne es langsam gehen zu machen, aufzuhalten und nach der anderen Richtung wieder in Gang zu setzen.

Man hat oft behauptet, dass die Vervollkommenung von Schiess-
waffen grosser Bedeutung für die Art der Kriegführung sein würde.
Man hat lange Zeit geglaubt, dass dies selber, aber jetzt halte
ich es für einen grundlichen Irrtum. Solche Entwicklungen wer-
den in der Kriegführung grosse Veränderungen hervorzurufen, aber
nicht ^{ihre} ~~den~~ Ende herbeiführen. Im Gegenteil, ich glaube, dass jede
neue Waffe, die erfunden wird, jede Fortschritt auf diesen Gebiete nur
neues Talent und Geschicklichkeit anlockt, neue Kräfte in Beschlag
nimmt, eine neue Triebfeder ist, und so nur aufs neue zu weiterer
Entwicklung anspornt. Man denke nur an die Erfindung des Pul-
vers. Kann man sich eine grundlichere Aenderung vorstellen, als
durch diese Neuerung hervorgerufen wurde? Stellen wir uns vor,
wir lebten zu jener Zeit: würden wir denn nicht geglaubt haben,
dass dem Kriege ein Ende gemacht wäre, als der Karmisch des Pul-
vers ein Gegenstand der Beschaulichkeit wurde, als körperliche
Kraft und Geschicklichkeit, die von so grosser Bedeutung
waren, einen verhältnismässig geringen Wert annehmen? Dennoch
machte das Pulver dem Kriege kein Ende; ganz das Gegenteil, es wirk-
te als ein mächtiges Reizmittel. Auch glaube ich nicht, dass der
Krieg je durch eine wissenschaftliche oder ideale Entwicklung auf-
gehalten werden wird, so lange als ähnliche Zustände bestehen,
wie jetzt vorherrschen, weil der Krieg selbst zu einer Wissenschaft
geworden ist, und weil Krieg ~~als~~ ^{erzeugt} der heiligsten Gefühle,
deren der Mensch fähig ist. ~~Es ist in der Tat~~

zweifelhafte, ob Menschen, die nicht fuer ein hohes Prinzip stritten
~~würden~~, überhaupt zu etwas fähig werden. Es ^{sind} ~~ist~~ weder der Geist
 noch der Körper, ^{aber} die den Menschen machen, es sind Geist und Kör-
 per. Unsere Tugenden und Fehler sind unverwundlich, wie Kraft und
 Materie. Wenn sie sich trennen, ist der Mensch nicht mehr.
 Eine andere, häufig aufgestellte Behauptung, welche bedeutendes Gewicht hat,
 ist die, dass Krieg bald unumgänglich werden muss, weil die Verteidigungsmittel die
 Angriffsmittel überflügeln. Dies ist nur in Übereinstimmung
 mit dem fundamentalen Gesetz, welches sich ausdrücken lässt mit
 den Worten, dass es leichter ist zu zerstören als zu bauen. Die-
 ses Gesetz umschreibt die menschlichen Fähigkeiten und menschli-
 chen Zustände. Wären diese derart, dass es leichter wäre zu bau-
 en, als zu zerstören, dann würde der Mensch ungehindert weiter
 schaffen und Guter anhäufen ohne Ende. Solche Zustände sind
 nicht von dieser Welt. Ein Wesen, welches das tun könnte, wäre
 kein Mensch; es könnte ein Gott sein. Die Verteidigung wird immer
 nach dem Angriff den Vorteil haben, aber dies allein, scheint mir,
 kann dem Kriege nicht Einhalt gebieten. Durch Anwendung neuer Ver-
 teidigungsprinzipien können Waffen unüberwindlich gemacht werden,
 aber man kann durch solche Mittel nicht verhindern, dass zwei
 Kriegsschiffe auf hoher See mit einander kämpfen. Und verfolgt
 man diese Idee weiter bis zu ihrer endlichen Entwicklung, so kommt
 man zu dem Schlusse, dass es besser fuer die Menschheit wäre, wenn
 Angriff und Verteidigung in genau entgegengesetzten Verhältnisse

zu einander stehen; denn wenn jedes, sogar das kleinste Land sich als eine unüberwindliche Barriere gegen die übrigen Welt trotz bieten könnte, würden sicherlich Fortschritte erstehen, die aber den Fortschritt der Menschheit höchst ungünstig wären. Durch Beseitigung aller Schranken, welche Völker und Länder von einander trennen, wird die Zivilisation am meisten gefördert.

Anderer, wiederum, behaupten, dass die Ankunft der Flugmaschine allgemeinen Frieden mit sich bringen muss. Auch dies halte ich für eine ganz irrtümliche Ansicht. Die Flugmaschine wird sicherlich kommen, und ^{zuwar} ~~es~~ sehr bald, aber die Zustände werden bleiben wie vorher. Ich sehe in der Tat keinen Grund, warum eine Grossmacht, wie Grossbritannien, nicht eben so gut die Luft beherrschen könnte, wie das Meer. Ohne mich als Prophet hinstellen zu wollen, kann ich ohne Zögern sagen, dass die nächsten Jahre das Entstehen einer "Luftmacht" sehen werden, und ihr Hauptquartier nicht weit von New York entfernt sein. Aber trotz alledem werden die Menschen lustig weiter streiten.

Die ideale Entwicklung des Kriegsprinzips würde schliesslich dahin führen, dass die gesamte Kriegsenergie in rein potentielle, explosive Energie, wie die eines Kondensators, verwandelt würde. In dieser Form könnte die Kriegsenergie ohne Kraftaufwand erhalten werden; sie könnte viel geringer sein, und wäre zur selben Zeit doch von unvergleichlich grosserer Wirksamkeit.

Es ist interessant zu bemerken, dass, was die Sicherheit eines Landes gegen feindlichen Überfall anbetrifft, diese nur von der verhältnismässigen, und nicht von der absoluten Anzahl der Individuen oder Grösse der Macht abhängt, und dass, wenn jedes Land seine Kriegsmacht in gleichen Verhältnisse reduzieren würde, die Sicherheit unverändert bliebe. Weil nun aber angesichts der gegenwärtig noch unvollkommenen Erziehung der Massen eine Kriegsmacht durchaus unentbehrlich ist, scheint es, dass ein internationaler Vertrag, die Reduzierung der Macht auf ein Minimum bezweckend, der erste rationelle Schritt ist, der zur Verminderung der die menschliche Bewegung verzögernden Kraft gemacht werden sollte.

Glücklicherweise können die bestehenden Zustände nicht unendlich fortdauern, denn ein neues Element faengt an, sich geltend zu machen. Eine Verbesserung ist bevorstehend, und ich werde jetzt versuchen zu zeigen, was nach meiner Ansicht der erste Schritt vorwärts zur Stiftung friedlicher Verhältnisse unter den Nationen sein wird, und durch welche Mittel sie eventuell vollbracht werden wird.

Gehen wir zurück zu den frühesten Zeiten, als das Gesetz des Stärkeren das einzige Gesetz war. Das Licht der Vernunft war noch nicht entzündet, und der Schwache war gänzlich in der Gewalt des Starken. Dann fing der Schwache an zu lernen, sich zu verteidigen. Er benutzte ~~die~~ ^{den} ~~Stein~~ ^{den} ~~oder~~ ^{die} Pfeile und Bogen, und mit der Zeit wurde die Vernunft zur Hauptent-

scheidungs-faktor des Kampfes. Der wilde Charakter milderte sich allmählich durch das Erwachen solcher Gefühle, und so sind wir unendlich, nach einer Eigenschaft bestanden ihren Fortschrittes, von dem brutalen Gefecht des unverwundbaren Tieres bei dem angeht, was wir die "civilisierte Kriegführung" der Gegenwart nennen, wo sich die Kämpfenden die Hand reichen, freundlich mit einander plündern und in den Zwischenpausen gar eine Zigarre zusammen rauchen, bereit auf ein Zeichen den tödlichen Kampf wieder aufzunehmen. Die pessimisten mögen sagen was sie wollen, dies ist ein absoluter Beweis grossen und erschrecklichen Fortschrittes.

Was ist aber nun die nächste Phase in dieser Entwicklung? Friede noch nicht, auf keinen Fall. Die nächste Ächtung, die aus den modernen Entwicklungen hervorgehen sollte, sollte eine beständige Verminderung der Anzahl der an der Schlacht teilnehmenden Individuen sein. Die Apparate werden von spezifisch grosserer Kraft sein, aber es wird eine kleine Mannschaft zu ihrer Bedienung hinreichen. Diese Entwicklung wird eine Maschine oder einen Mechanismus als Element der Kriegführung mehr und mehr in den Vordergrund bringen, und die absolut unvermeidliche Folge davon wird sein, dass die grossen, schwerfälligen, langsam bewegbaren, schwer zu lathenden Pinakten aufgegeben werden. Grösstmögliche Geschwindigkeit und maximale Kraftlieferung werden bei den Kriegen werden als die auffallendsten Eigenschaften sein. Der Verlust an Leben wird immer weniger werden, und endlich, ~~und~~

indem die Anzahl der Kämpfenden sich beschränkt verringert, werden
 nur Maschinen sich in einem Gefechtsauf ohne Blutvergiessen begnügen,
 wenn die Menschen nur als sich interessierende, dritteilige Zu-
 schauer teil nehmen. Wenn dieser jämmerliche Zustand zur Wirklich-
 keit geworden ist, wird Friede gesichert sein. Aber bis zu welchem
 Grade der Vollkommenheit Schnellfeuer-Gewehre, Kanonen von ausser-
 ordentlicher Kraft, Explosionsgeschosse, Torpedoboote und andere
 Kriegsgewichte auch gebracht werden, wie zerstörend sie auch ge-
 macht werden, jener Zustand kann nicht durch eine solche Entwickel-
 ung erreicht werden. Alle derartige Gewichte erfordern Menschen zu
 ihrer Bedienung; Menschen sind unabhebbare Teile der Maschinen.
 Ihr Zweck ist zu töten und zu zerstören. Ihre Kraft beruht auf
 ihrer Tüchtigkeit, Urteil anzurichten. So lange als Menschen sich
 in der Schlacht begnügen, wird es Blutvergiessen geben. Blutver-
 giessen wird immer barbarische Leidenschaften aufrecht erhalten.
 Um diese wilden Elemente zu bändigen muss eine gründliche Änder-
 ung vorgenommen werden, es muss ein gänzlich neues Prinzip einge-
 führt werden, etwas das vorher noch nie in der Kriegsführung ex-
 istierte - ein Prinzip, welches gewaltsam, unvermeidlich, die
 Schlacht zu einem blossen Schauspiel, einem Spiel machen wird. Um
 dieses Resultat herbeizuführen, müssen Menschen unnötig gemacht
 werden: Maschine muss gegen Maschine kämpfen. Aber wie das schein-
 bar Unmögliche erreichen? Die Antwort ist einfach genug: es muss
 eine Maschine erzeugt werden, die fähig ist zu handeln, als ob

sie ein Teil eines menschlichen Wesens waren - nicht eine bloss mechanische Vorrichtung, bestehend aus Rädern, Zahnrädern, Federn, Kugellagern und nichts weiter, sondern eine Wesenheit, in welcher ein höheres Prinzip verkörpert ist, welches sie befähigen wird, ihre Pflichten zu erfüllen als hätte sie Vernunft, Erfahrung, Verstand, Urteilskraft, ja einen Geist! Diese Schlussfolgerung ist das Ergebnis meiner Gedanken und Beobachtungen, die sich tatsächlich durch mein ganzes Leben erstreckt haben, und ich werde nun kurz beschreiben, wie ich dazu kam das zu vollbringen, was anfangs ein Traum zu sein schien, der nicht zur Wirklichkeit werden konnte.

Vor langer Zeit, als ich ein Knabe war, war ich mit einem seltsamen Leiden behaftet, welches von einer ausserordentlichen Reizbarkeit der Netzhaut hergerührt zu haben scheint. Dies war das Erscheinen von Bildern, welche durch ihre Bizarrität das Auge wirklicher Gegenstände erschwerten und klares Denken verminderten. Wenn ein Wort zu mir gesprochen wurde, pflegte das Bild des Gegenstandes, welchen es bezeichnete, deutlich vor meinen Augen zu erscheinen, und oft war es mir unmöglich zu sagen, ob der Gegenstand, den ich sah, wirklich war oder nicht. Dies verursachte mir viel Unannehmlichkeit und Angst, und ich gab mir grosse Mühe, diesen Zustand abzuschütteln. Aber eine lange Zeit waren meine Versuche vergebens, und erst als ich zwölf Jahre alt war, wie ich mich noch deutlich erinnere, gelang es mir zum ersten Male, durch

Willenskraft ein Bild, welches mir erschien, zu verbannen. Ich wurde mich nie so vollkommen innerlich fühlen, als damals, aber zu meinem Leidwesen, (als welches ich es zu jener Zeit empfand) kehrte das alte Leiden zurück, und mit ihm meine Besorgnis. Hier nahmen die Beobachtungen, auf die ich Bezug habe, ihren Anfang. Ich machte nachhlich die Wahrnehmung, dass jedes mal, wenn das Bild eines Gegenstandes vor meinen Augen erschien, ich etwas gesehen hatte, was mich an denselben erinnerte. Zuerst glaubte ich, dies sei nur Zufall, aber bald ueberzeugte ich mich, dass dies nicht der Fall war. Ein Eindruck auf das Auge, ob wesentlich oder unwesentlich empfangen, ging ohne Ausnahme dem Erscheinen des Bildes vorher. Allmählich entstand in mir das Verlangen, jedes mal ausfindig zu machen, was das Erscheinen der Bilder verursachte, und die Befriedigung dieses Verlangens wurde bald zur Notwendigkeit. Die naechste Beobachtung, welche ich machte, war, dass auf dieselbe Weise wie diese Bilder verursacht wurden durch etwas, das ich gesehen hatte, auch den Gedanken, die sich in mir bildeten, ihr Ursprung gegeben wurde. **W**iederum versuchte ich das Verlangen das Bild zu bestimmen, welches den Gedanken Anlass gab, und dieses Suchen nach dem urspruenglichen Gesichtseindruck wurde bei mir zur zweiten Gewohnheit. Mein Geist wurde so zu sagen automatisch, und nach Jahre langer, fast unbewusster Verriichtung vermochte ich jedes mal, und in der Regel augenblicklich, den Gesichtseindruck zu bestimmen, der einen Gedanken angeregt hatte. Das ist jedoch nicht alles. Es dauerte nicht

lange, die ich mir bewusst war, dass auch alle meine Bewegungen in gleicher Weise veranlasst wurden, und indes ich so jahraus jahrein beständig suchte, beobachtete und bestetigte, bewies ich zu meiner vollkommenden Genugtuung, und bewies täglich durch jeden meiner Gedanken und jede meiner Handlungen, dass ich ein mit Bewegungskraft ausgestatteter Automat bin, der auf äussere, die Sinnesorgane treffende Anregungen anspricht, und denkt und handelt und sich dergemäss bewegt. Ich erinnere aus meinem ganzen Leben nur einen oder zwei Fälle, in denen ich nicht den ursprünglichen Eindruck, der einen Gedanken oder eine Bewegung, oder sogar einen Traum veranlasste, nicht bestimmen konnte.

Angesichts dieser Erfahrungen war es ganz natuerlich, dass ich schon vor langer Zeit auf den Gedanken kam, einen Automaten zu konstruieren, der mich mechanisch darstellen wuerde und der wie ich, aber selbstverstaendlich auf viel primitivere Weise, auf Einflüsse von Aussen her ansprechen wuerde. Solch ein Automat musste offenbar Triebkraft, Fortbewegungsorgane, Lenkorgane und ein oder mehrere empfindliche Organe besitzen, die so beschaffen waren, dass sie durch aeusserliche Stimuli erregt werden konnten. Diese Maschine, folgerte ich, wuerde sich bewegen nach Art eines lebenden Wesens, denn sie wuerde alle hauptsaechlichsten ^{mechanischen} Eigenschaften und Elemente desselben besitzen. Es fehlte jedoch noch das Wachstum und das ^{Leben, um} Fortpflanzungsvermogen, und vor allem der ~~Versand~~ das Modell

vollständig zu machen. Aber das Wesentliche war in diesem Falle nicht
nötig, weil so zu sagen eine automatische Maschine fabriciert werden
konnte. Was das Fortpflanzungsvermögen anbetraf, so konnte es
gleichfalls außer Acht gelassen werden, denn bei dem mechanischen
Modelle bedeutete dies nur ein Fabrikationsverfahren. Ob der Auto-
mat aus Fleisch und Knochen, oder Holz und Stahl bestand, war von
geringer Bedeutung, vorausgesetzt dass er alle von ihm verlangten
Dienste verrichten konnte wie ein intelligentes Wesen. Um dies zu
thun, musste er ein dem Lebewesen entsprechendes Element besitzen, das
die Beherrschung aller seiner Bewegungen und Handlungen bewirken
und ihm veranlassen würde, in irgend einem unvorhergesehenen Falle
mit Kenntnis, Vernunft, Urteilskraft und Erfahrung zu handeln.

Aber dieses Element konnte ich leicht in ihm verkörpern, indem ich
auf ^{ih} meine eigene Intelligenz, meinen eigenen Verstand übertrug.
So wurde diese Erfindung entwickelt, und so wurde eine neue Kunst
ins Leben gerufen, fuer welche der Name "Teleautomatik" vorgeschla-
gen worden ist, das bedeutet, die Kunst die Bewegungen und Handlun-
gen entfernter Automaten zu beherrschen.

Dieses Prinzip laesst sich offenbar anwenden auf irgend
eine Maschine, die sich auf dem ^WLande, im Wasser oder in der Luft
bewegt. Bei seiner ersten praktischen Anwendung wählte ich ein
Boot (s. Fig. 2). Hinein in dasselbe einstellte ich eine
Batterie die Triebkraft. Die durch einen Motor angetriebene

Schranke stellte die Fortbewegungsmorgane dar. Das Steuerruder, gleichfalls von einem von der Sammelbatterie gespeisten Motor kontrolliert, nahm die Stelle der Lenkorgane ein. Was das empfindliche Organ anbetrifft, war augenscheinlich der nachstliegende Gedanke, eine gegen Licht empfindliche Vorrichtung, wie eine Selenzelle, zu benutzen, welche das menschliche Auge vertreten wuerde. Aber bei naecherer Untersuchung fand ich, dass experimenteller und anderer Schwierigkeiten wegen durch Licht, Wärmestrahlen, Hertz'sche Strahlungen, oder Strahlen im allgemeinen, das heisst, Strömungen welche sich in gerader Linie in Raum fortpflanzen, keine vollig befriedigende Kontrolle des Automaten bewerkstelligt werden konnte. Einer der Gruende dafür war, dass irgend ein zwischen den Besanten und den Automaten kommander Gegenstand diesen seiner Kontrolle entziehen wuerde. Ein weiterer Grund war, dass die empfindliche Vorrichtung, welche das Auge vorstellte, mit Bezug auf den Kontrollierapparat eine bestimmte Stellung einnehmen musste, und diese Notwendigkeit wuerde der Kontrolle grosse Hindernisse in den Weg stellen. Noch ein anderer und sehr wichtiger Grund war, dass bei der Anwendung von Strahlen es sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein wuerde, dem Automaten individuelle Eigenschaften oder Merkmale zu verleihen, die ihn von anderen Maschinen dieser Art unterscheiden wuerden. Der Automat sollte offenbar nur auf einen besondern Fall antworten, gleich ob eine Person auf einen Namen antwortet. Betrachtungen dieser Art brachten mich zu dem Entschluss

dass das empfindliche Organ der Maschine vielmehr dem Ohr als dem Auge eines menschlichen Wesens gleich sein sollte, denn in diesem Falle konnten ihre Handlungen trotz darfstischen komischer Hindernisse, ungeachtet ihrer Stellung mit Rücksicht auf den fernen Kontrollierapparat beherrscht werden, und endlich, was nicht am wenigsten wichtig ist, wurde sie wie ein treuer Diener fuer jeden andern auf als den ihres Herren taub bleiben und ihn unbeachtet lassen. Diese Erfordernisse machten es unbedingt notwendig, zur Kontrolle der Automaten anstatt Licht- oder anderer Strahlen Wellen oder Störungen anzuwenden, die wie der Schall sich nach jeder Richtung, im Raum fortpflanzen, oder den Weg des geringsten Widerstandes, wie auch immer gekrümmt, verfolgen. Ich erreichte das gewünschte Resultat mittels eines in dem Boote angebrachten elektrischen Stromkreises, der auf die von einem Fernen Elektrischen Oscillator auf ihn übertragenen elektrischen Schwingungen geeigneter Art genau adjustiert oder "abgestimmt" war. Dieser Stromkreis, indem er auf die übertragenen Schwingungen ansprach, wenn auch noch so schwach, betätigte Magnete und andere Vorrichtungen, durch welche die Bewegungen der Schraube und des Steuerruders, sowie auch der Betrieb zahlreicher anderer Apparate beherrscht wurden.

Auf die oben beschriebene einfache Weise wurden die Kenntnisse, die Erfahrung, das Urteilsvermögen - so zu sagen der Geist - des Fernen ^{Dirigierenden} in jener Maschine verkörpert, und es wurde ihr so die Möglichkeit verliehen, alle ihre Handlungen mit Vernunft und

Intelligenz auszuführen. Sie verhält sich genau wie eine Person mit verbundenen Augen, die durch das Ohr empfangene Anweisungen befolgt.

Die bisher konstruierten Automaten im Sinne zu sagen einen "obergeordneten Geist", da jeder derselben nur ein Gelehrter von dem Fernen ^{Dirigenten} ~~Gelehrten~~, der ihnen seine intelligenten Befehle sendet; aber das ist nur der Anfang dieser Kunst, es ist meine Absicht zu beweisen, wie unmöglich es gegenwärtig auch erscheinen mag, dass ein Automat erdacht werden kann, der seinen "eigenen Geist" haben wird. Damit meine ich, dass er fähig sein wird, unabhängig von dem Operateur, sich gänzlich selbst überlassen, unter Einwirkung von äusseren Einflüssen auf seine empfindlichen Organe eine grosse Anzahl verschiedener Handlungen und Bewegungen auszuführen, als ob er Verstand hätte. Er wird fähig sein, einen vorgeschriebenen Kurs zu verfolgen oder Befehlen zu gehorchen, welche lange Zeit vorher gegeben wurden; er wird fähig sein zu unterscheiden zwischen dem, was er tun und was er nicht tun sollte, und Erfahrungen zu machen oder, ~~andererseits~~ mit anderen Worten, Einwirkungen festzuhalten, die auf seine zukünftigen Handlungen einen bestimmten Einfluss haben werden. Tatsächlich habe ich schon einen solchen Plan entworfen.

Obgleich ich diese Erfindung schon vor vielen Jahren entwickelte und sie bei meinen Laboratoriumsversuchen gütlichen meinen

es schon haendel erklarte, wurde die erst viel spaeter oeffent-
lich bekannt, lange nachdem ich die ~~erste~~ ^{worauf} Illusionen hatte, ~~als die~~
natuerlich zu vieler Diskussion und sensationellen Berichten Anlass
gab. Aber die wirkliche Bedeutung dieser neuen Kunst wurde von den
meisten Leuten nicht begriffen, und auch die grosse Macht des Prin-
zips, auf dem sie beruhte, wurde nicht erkannt. Nach den zahlrei-
chen, damals erschienenen Meinungen zu urteilen wurden die von
mir erreichten Resultate fuer voellig unmoeglich gehalten. Sogar
die Wenigen, die gerade waren die Ausfuhrbarkeit der Erfindung
umgeben, sahen in derselben nur einen Automobil-Torpedo, der zum
Sprengen von Kriegsschiffen gebraucht werden sollte, und dies nur
mit zweifelhaften Erfolge. Die allgemeine Meinung war, dass ich
nur das Gelingen solcher Fahrzeuge vermittelte Hertz'scher oder ande-
rer Wellen beabsichtigte. Es giebt Torpedos, die elektrisch durch
Funktele gesteuert werden, und es giebt Mittel, sich ohne Draht zu
verstaendigen, und diese Folgerung war deshalb natuerlich. Haette
ich weiter nichts vollbracht als dies, so haette ich in der That
einen vaenzigen Fortschritt gemacht. Aber die Kunst, die ich ge-
gruendet habe, bezweckt nicht nur die Richtungsaenderung eines sich
bewegenden Fahrzeuges, sie gewaehrt auch die Mittel, alle die un-
wichtigen transitorischen Bewegungen, sowie alle Handlungen der
inneren Organe eines individualisierten Automaten, und seien sie
noch so zahlreich, absolut und in jeder Hinsicht zu kontrollieren.

Es wurden Forderungen gestellt in dem Sinne, dass die Kontrolle des Automaten verändert werden könne, von Seiten, die sich nicht einmal bereuen lassen, welche wunderbare Resultate durch Anwendung elektrischer Schwingungen erzielt werden können. Die Welt schreitet langsam vorwärts, und neue Wahrheiten sind schwer zu verstehen. Es ist gewiss, dass durch Anwendung dieses Prinzips eine ~~Sprengstoff~~ ^{Angriffs-} ~~Waffe~~ sowohl als Verteidigungswaffe geschaffen werden kann, deren Zerstörungskraft um so grösser ist, weil das Prinzip auf unterseeische und auch auf Luftfahrzeuge anwendbar ist. Die Länge von Sprengstoff, die sie mit sich führen, und die Entfernung, auf welche sie treffen kann ist tatsächlich unbegrenzt, und ein Verfehlen des Ziels ist fast unmöglich. Aber die Macht dieses neuen Prinzips besteht nicht ganz und gar in seiner Zerstörungsfähigkeit. Seine Ankunft bringt in die Kriegsführung ein Element, welches nie vorher existierte - eine kämpfende Maschine ohne Besatzung als Angriffs- und Verteidigungsmittel. Fortwährende Entwicklung in dieser Richtung muss endlich den Krieg zu einem blossen Kampf zwischen Maschinen machen, ohne Menschen und ohne Blutvergiessen - ein Zustand, der ohne diese Forderung unmöglich gewesen wäre und der, nach meiner Meinung, als Einleitung zu dauerndem Frieden erst erreicht werden muss. Die Zukunft wird diese ~~Thesen~~ ^{Ideen} entweder beweisen oder vi. erlegen. Ich habe meine Ansichten über diesen Gegenstand gesammelt in dieser Vortragsrede, aber mit einem Gefühl der Beschränkung.

Die Streitigkeit darüber, inwieweit die Verhältnisse unter
den Völkern durch die wirksamste Weise die Kraft vermindern,
während die menschliche Masse verzögert, und welche die beste Lös-
ung dieses grossen menschlichen Problems sein. Aber wird der
Traum des Weltfriedens sich je verwirklichen? Wir wollen es hoffen.
Wenn alle Hindernisse ^{durch das} Licht der Wissenschaft vertrieben ist,
wenn alle Nationen in eine einzige verschmolzen sind, und wenn
Patriotismus und Religion nicht sind, wenn es nur eine Sprache, ein
Land, ein Ziel giebt, dann wird der Traum zur Wirklichkeit geworden
sein.

Das dritte Problem: Wie kann die Kraft, welche die menschliche Masse beschleunigt, gesteigert werden - Die Ausnutzung der Energie der Sonne.

Von den drei möglichen Lösungen des Hauptproblems der Erhöhung menschlicher Energie ist diese bei weitem die wichtigste, die in Betracht gezogen werden muss, nicht nur wegen ihrer wesentlichen Bedeutung, sondern auch wegen ihrer innigen Verwandtschaft mit den vielen Elementen und Bedingungen, welche die Bewegung der Menschheit bestimmen. Um systematisch zu verfahren, würde es notwendig sein, bei allen jenen Betrachtungen zu verweilen, welche mir in meinen Bemühungen zu einer Lösung zu gelangen von Anfang an und bei jedem Schritt als Leitfaden gedient und mich zu den Resultaten geführt haben, die ich nun beschreiben werde. Als Einleitung zu dem Studium des Problems würde eine analytische Untersuchung der hauptsächlichsten, die Vorwärtsbewegung der Menschheit bestimmenden Kräfte, wie ich sie gemacht habe, von Vorteil sein, besonders um eine Vorstellung zu gewinnen von jener hypothetischen "Geschwindigkeit", die, wie im Anfangs erklärt, ein Mass menschlicher Energie ist; aber hier spezifisch darauf einzugehen, wie ich moechte, würde mich weit ueber die Grenzen dieses Gegenstandes hinaus fuhren. Es genuegt deshalb, wenn ich sage, dass die Resultante aller dieser Kräfte immer in die Richtung der Vernunft faellt, die zu jeder Zeit die Richtung der menschlichen Bewegung bestimmt. Das heisst, alles wissenschaftlich angewandte, vernuenftige, nuetzliche oder prakti-

sche Streben muss in der Richtung stattfinden, in welcher sich die Masse bewegt. Der praktische, vernuenftige Mann, der Beobachter, der Geschaeftsmann, derjenige der nachdenkt, ueberlegt oder im Voraus bestimmt, wendet sorgfaeltig seine Kraefte so an, dass, wenn sie zur Wirkung gelangen, sie in die Richtung der Bewegung fallen und macht so seine Arbeit am ergiebigsten, und in dieser Kenntnis und Faehigkeit besteht das Geheimnis des Erfolgs. Jede neu entdeckte Tatsache, jede neue Erfahrung oder jedes neue Element, welches unserer Kenntnis hinzugefuegt wird und in den Bereich der Vernunft gehoert, beeinflusst dieselbe und aendert deshalb die Richtung der Bewegung, die jedoch immer in der Richtung der Resultante aller derjenigen Bestrebungen stattfinden muss, die ^{wir} zu der entsprechenden Zeit als vernuenftig, das heisst, selbst-erhaltend, nuetzlich, vorteilhaft oder praktisch bezeichnen. Diese Bestrebungen beziehen sich auf unser taegliches Leben, unsere ~~Kuendlichkeiten~~ Beduerfnisse und Bequemlichkeiten, unsere Arbeit und unser Geschaeft, und diese sind es, die den Menschen vorwaerts treiben.

Aber wenn wir um uns her schauen auf all dieses geschaeftige Treiben der Welt, auf diese bunt zusammengesetzte Masse, wie sie taeglich pocht und sich bewegt, was ist sie anders, als ein ungeheures, von einer Feder betriebenes Uhrwerk? Des Morgens, wenn wir aufstehen, koennen wir nicht umhin zu bemerken, das alle Gegenstaende um uns her von Maschinen fabriziert sind: das Wasser, wel-

ches wir gebrauchen, wird durch Dampfkraft gehoben; die Zuege bringen unser Fruehstueck aus fernen Gegenden; die Fahrstuehle in unserer Wohnung und in unserm Bureaugebäude, die Bahnwagen die uns dorthin befördern werden alle durch Kraft angetrieben; bei allen unsern taeglichen Gaengen, in unserm ganzen Lebensberuf sind wir auf sie angewiesen; alle Gegenstaende die wir sehen reden davon; und wenn wir des Abends in unsere von Maschinen angefertigte Wohnung zurueckkehren, damit wir es nicht vergessen, werden wir von allen koerperlichen Bequemlichkeiten unseres Heims, unserer freundlichen Lampe, unserm warmen Ofen daran erinnert, wie sehr wir von Kraft abhaengig sind. Und wenn durch einen Zufall eine Stockung der Maschinerie eintritt, wenn die Stadt eingeschneit ist oder die Leben-erhaltende Bewegung durch irgend eine andere Ursache unterbrochen wird, machen wir mit Schrecken die Wahrnehmung, wie unmoeglich es sein wuerde, eine Leben zu fuehren wie wir es fuehren ohne Triebkraft. Triebkraft bedeutet Arbeit. Die Kraft vermehren, welche die menschliche Masse beschleunigt, bedeutet deshalb soviel als mehr Arbeit leisten.

So finden wir, dass die drei moeglichen Loesungen des grossen Problems, die menschliche Energie zu erhoehen, beantwortet werden mit den drei Worten: Nahrung, Friede, Arbeit. Jahrelang habe ich nachgedacht und gesonnen, mich in Theorien und Spekulationen verloren bei der Anschauung, dass der Mensch eine von einer Kraft bewegte Masse sei, indem ich seine unerklaerliche Bewegung in

mechanischen
den Lichte einer mechanischen betrachtete und die einfachen Grund-
saetze auf dieselbe anwandte, bis ich zu diesen Loesungen gelangte,
nur um wahrzunehmen, dass sie mir in meiner fruehesten Kindheit ge-
lehrt wurden. Diese drei Worte schlagen die Grundtoene der christ-
lichen Religion an. Ihre wissenschaftliche Bedeutung und ihr Zweck
sind mir nun klar: Nahrung zur Vermehrung der Masse, Friede zur
Verminderung der Verzoeigerungskraft, und Arbeit zur Steigerung der
Kraft, welche die menschliche Bewegung beschleunigt. Diese drei
Loesungen jenes grossen Problems sind die einzigen, die moeglich
sind, und alle haben einen Zweck, ein Ziel, naemlich die Erhoehung
menschlicher Energie. Wenn wir dies erkennen, koennen wir nicht
umhin, uns darueber zu wundern, wie hochweise und wissensc-haftlich
und wie ungeheuer praktisch die christliche Religion ist, und in
welch scharfem Kontrast sie in dieser Beziehung anderen Religionen
gegenueber steht. Sie ist unzweifelhaft das Resultat praktischen
Experimentes und wissenschaftlicher Beobachtungen, die sich durch
eine Ewigkeit erstreckt haben, waehrend andere Religionen das Ergeb-
rein abstrakten Nachdenkens zu sein scheinen. Arbeit, unermuedli-
~~ch~~ ^{nuehrende und zielbewusste} Anstrengung, ~~nuetzlich und anmaessend~~, mit Zwischenpausen der
Ruhe und Erholung zur Erzielung groesserer Wirksamkeit, ist ihr
hauptsaechlichstes und immer wiederkehrendes Gebot. So werden wir
vom Christentum sowol als von der Wissenschaft angespornt, unser
Aeusserstes zu tun, um die Leistung der Menschheit zu vermehren.
Dieses allerwichtigste menschlicher Probleme werde ich nun spezi-
fisch behandeln.

Die Quelle der menschlichen Energie - Die drei Wege Energie von der Sonne zu gewinnen.

Stellen wir zuerst die Frage: Woher kommt alle Triebkraft? Was ist die Triebfeder, die alles treibt? Wir sehen das Meer steigen und fallen, die Stroeme fliessen, den Wind, Regen, Hagel und Schnee gegen unsere Fenster schlagen, die Zuege und Dampfer kommen und gehen; wir hoeren das Gerassel der Wagen, die Stimmen auf der Strasse; wir fuehlen, riechen und schmecken; und wir denken nach ueber all dieses. Und alle diese Bewegung, von der Brandung des maechtigen Ozeans bis zu der ungemien feinen Bewegung, die bei unserm Denken stattfindet, hat einen gemeinsamen Ursprung. Alle diese Energie geht aus von einem einzigen Mittelpunkt, entfliesst einer einzigen Quelle - der Sonne. Die Sonne ist die Feder, die alles treibt. Die Sonne erhaelt alles menschliche Leben und liefert alle menschliche Energie. Nun haben wir noch eine Antwort auf die obige grosse Frage gefunden: die Kraft vermehren, welche die menschliche Bewegung beschleunigt bedeutet einen groeseren Teil der Energie der Sonne in den Dienst der Menschheit stellen. Wir ehren und wuerdigen jene grossen Maenner vergangener Zeiten, deren Namen mit unsterblichen Errungenschaften verkettet sind, die sich als Woltacter der Menschheit bewiesen haben - den Reformator der Religion mit seinen weisen Lebensregeln, den Philosophen

mit seinen tiefen Wahrheiten, den Mathematiker mit seinen Formeln, den Physiker mit seinen Gesetzen, den Entdecker mit seinen Grundsätzen und Geheimnissen, die er der Natur abgerungen hat, den Künstler mit seinen Formen des Schoenen; aber wer ehrt ihn, den grössten von allen, - wer kann seinen Namen nennen, - der zuerst die Energie der Sonne benutzt hat, um die Kräfte eines schwachen Brüdergeschöpfes zu schonen? Das war des Menschen erste wissenschaftlich philanthropische Handlung, und sie hat Folgen gehabt, die unberechenbar sind.

Von Anfang an standen dem Menschen drei Wege offen, Energie von der Sonne zu gewinnen. Wenn der Wilde seine frierenden Glieder wärmte an einem Feuer, das er auf irgend eine Weise entzündet hatte, bediente er sich der in dem brennenden Materiale aufgespeicherten Sonnenenergie. Wenn er ein Bündel Reisig in seine Höhle trug und es dort verbrannte, benutzte er die aufgespeicherte Sonnenenergie nachdem er sie von einem Orte nach einem andern geschafft hatte. Wenn er auf seinem Kano ein Segel aufspannte, machte er Gebrauch von der Energie, mit welcher die Sonne die Atmosphäre und das umgebende Medium versorgt. Der erste ist unzweifelhaft der älteste Weg. Ein zufällig gefundenes Feuer lehrte den Wilden dessen woltuende Wärme zu schätzen. Dann kam ihm sehr wahrscheinlich der Gedanke, die glühenden Kohlen in seine Wohnung zu tragen. Und endlich lernte er die Kraft eines schnellen Wasser- oder Luftstromes benutzen. Es ist eigentlich, dass der moderne

Fortschritt sich in derselben Reihenfolge vollzogen hat. Die Verwertung der in Holz oder Kohle, oder in Bremsmaterialien im allgemeinen, aufgespeicherten Energie fuhrt zu der Dampfmaschine. Zunächst wurde in dem Transport von Energie ein grosser Schritt vorwaerts gemacht durch die Anwendung der Elektrizität, die es ermöglichte, ^{Energie} von einem Orte nach einem andern zu uebertragen ohne das Material fortzuschaffen. Aber in Bezug auf die Ausnutzung der Energie des umgebenden Mediums ist ein gruendlicher Fortschritt noch nicht bekannt gemacht worden.

Die endlichen Resultate der Entwicklung in diesen drei erstens, Richtungen sind: ein Verfahren, Kohle in einem Elemente kalt zu verbrennen; zweitens, wirtschaftliche Ausnutzung der Energie des umgebenden Mediums; und drittens, Uebertragung elektrischer Energie auf irgend eine Entfernung ohne Drahte. Auf welche Weise diese Resultate auch immer erzielt werden, zu ihrer praktischen Verwendung wird der Gebrauch von Eisen in ausgedehntem Maasse unbedingt notwendig sein, und dieses wertvolle Metall wird in der ferneren Entwicklung auf diesen drei Gebieten eine wesentliche Rolle spielen. Sollte es uns gelingen Kohle durch ein kaltes Verfahren zu ^{ver}brennen und so auf wirtschaftliche und billige Weise elektrische Energie zu erzeugen, so werden zu vielen praktischen Verwendungen dieser Energie Elektromotoren - d. h. Eisen - erforderlich sein. Wenn es uns glueckt, Energie aus dem umgebenden Medium zu gewinnen, werden wir sowohl zur Erzeugung als auch zur Verwertung der Energie Maschinen

- wiederum Eisen - benoetigen. Wenn wir die Uebertragung elektrischer Energie ohne Draht auf industriellom Maassstabe zustande bringen, werden wir gezwungen sein, von elektrischen Generatoren - nochmals Eisen - ausgedehnten Gebrauch zu machen. Was wir auch immer tun moegen, in der nahen Zukunft wird das Eisen wahrscheinlich bei allen Errungenschaften das Hauptmittel sein, moeglicherweise in noch grosserem Maasse als in der Vergangenheit. Wie lange es die Oberhand behalten wird, ist schwer zu sagen, denn sogar schon jetzt erhebt sich in der Ferne das Aluminium als ein drohender ^{Mittelwerber} Gegner. Aber fuer die Gegenwart ist es neben der Verschaffung neuer Energiequellen von der grossten Wichtigkeit, in der Herstellung und Verwendung des Eisens Verbesserungen zu machen. In diesen letzten Richtungen sind grosse Fortschritte moeglich, die, wenn sie bewerkstelligt ² ~~wuerden~~, die nuetzliche Arbeitsleistung der Menschheit ungeheuer steigern wuerden.

Das Eisen gewährt grosse Möglichkeiten zur Vergrösserung menschlicher Leistung - Ungeheure Verluste bei der Herstellung des Eisens.

Eisen ist bei weitem der wichtigste Faktor des modernen Fortschrittes. Es trägt mehr bei zu der Kraft, welche die menschliche Bewegung beschleunigt, als irgend ein anderes Kulturprodukt. So allgemein wird dieses Metall gebraucht und so innig ist es verknüpft mit allem, was unser Leben anbetrifft, dass es uns so unentbehrlich ist, wie die Luft, die wir atmen. Sein Name ist gleichbedeutend mit Nützlichkeit. Aber wie gross auch der Einfluss sei, den das Eisen auf die gegenwärtige menschliche Entwicklung ausübt, es vermehrt die Kraft, die den Menschen vorwärts treibt, doch nicht annähernd in dem Masse, als ^{dies} möglich wäre. Erstens ist seine Fabrikation, wie jetzt betrieben, mit entsetzlicher Verschwendung von Brennstoffmaterial - das heisst Energieverschwendung - verbunden. Dann wiederum wird nur ein Teil des gesamten erzeugten Eisens zu nützlichen Zwecken verwendet. Ein bedeutender Teil verursacht Reibungswiderstände, während ein zweiter grosser Teil das Mittel zur Entwicklung negativer Kräfte ist, welche die menschliche Bewegung sehr verzögern. So wird die negative Kriegskraft fast gänzlich ^{durch} ~~in~~ Eisen ^{verkörpert} dargestellt. Es ist unmöglich, die Grösse dieser wichtigsten aller Verzögerungskräfte auch nur annähernd abzuschätzen, aber sie ist gewiss sehr beträchtlich. Wenn die

jetzige positive, auf allen nuetzlichen Anwendungen des Wissens beruhende Triebkraft beispielsweise durch die Zahl zehn dargestellt ist, wuerde ich es nicht fuer uebertrieben halten, die negative Kriegskraft mit Ruecksicht auf alle ihre verzoggernden Einfluesse und Resultate auf etwa sechs festzustellen. Auf Grund dieser Schaetzung waere der Unterschied zwischen diesen beiden Zahlen, naemlich vier, das Maass der effektiven Triebkraft des Eisens nach der positiven Richtung. Wenn aber durch die Stiftung allgemeinen Friedens die Fabrikation von Kriegsmaschinen ~~aufhoerte wurde~~, und der Kampf um die Oberherrschaft zwischen den Voelkern in gesunde, nie ruhende und nutzbringende Handelskonkurrenz verwandelt wuerde, dann wuerde die Summe dieser beiden Zahlen, naemlich sechzehn, das Maass der vom Eisen herruehrenden positiven Triebkraft sein. - das heisst, diese Kraft wuerde vier mal ihren jetzigen Wert haben. Dieses Beispiel ist natuerlich nur dazu bestimmt eine Idee zu geben von der ungeheuren Steigerung der nuetzlichen Arbeitsleistung der Menschheit, die durch eine gruendliche Reform derjenigen Eisenindustrien, welche die Kriegsapparate liefern, verursacht werden wuerde.

Ein aehnlicher unschaetzbarer Vorteil wuerde dem Menschen dadurch erwachsen, dass er die ihm zur Verfuegung stehende Energie spart, indem er die grosse Kohlenverschwendung beseitigt, die mit den jetzigen Methoden der Eisenfabrikation untrennbar verbunden ist. In einigen Laendern, wie in Grossbritannien, fangen die

schaedlichen Wirkungen dieser Brennmaterial-Vergeudung schon an,
 sich fuchlbar zu machen. Der Preis der Kohle ist in bestaendigem
 Steigen begriffen, und die Armen muessen mehr und mehr leiden.
 Wenn wir auch noch weit von der befuerchteten "Erschoepfung der
 Kohlengruben", entfernt sind, gebietet uns doch die Menschenliebe,
 neue Verfahren zur Herstellung des Eisens zu erfinden, welche nicht
 mit einer so barbarischen Verschwendung dieses kostbaren Materials,
 aus dem wir gegenwaertig ^{den groeesten Teil} ~~die meiste~~ unserer Energie schoepfen, ver-
 bunden sind. Es ist unsere Pflicht gegen die zukuenftigen Menschen-
 geschlechter, diesen Energievorrat fuer sie unberuehrt zu hinter-
 lassen, oder doch wenigstens ihn nicht anzugreifen, bis wir Metho-
 den zu oekonomischerer Verbrennung der Kohle vervollkommenet haben.
 Unsere Nachkommen werden das Brennmaterial ^{notwendiger brauchen} ~~groesser noetig haben~~
 als wir. Wir sollten instande sein, das Eisen, welches wir gebrau-
 chen herzustellen, indem wir die Energie der Sonne benutzen, ohne
 ueberhaupt Kohle zu vergeuden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist
 natuerlich Vielen der Gedanke gekommen, von Wasserraellen erzeugte
 elektrische Stroeme zum Schmelzen der Eisenerze zu benutzen. Ich
 selbst habe, nicht lange Zeit bemueht, ein praktisches Verfahren zu
 entwickeln, welches es moeglich machen wuerde, Eisen ^{mit} ~~zu~~ geringen
 Kosten herzustellen. Nach einer laengeren Untersuchung dieses Ge-
 genstandes, wobei ich fand, dass es sich nicht lohnte, elektrische
 Stroeme unmittelbar zum Schmelzen der Erze zu verwenden, ersann ich
 eine Methode, die viel oekonomischer ist.

Oekonomische Eisen-Erzeugung nach einem neuen
Verfahren.

Der praktische Plan, den ich vor sechs Jahren ausarbeitete, hatte den Zweck, ^{zu} durch die Energie eines Wasserealles erzeugten elektrischen Stroome zu ~~Kreuzungen~~ benutzen, diese jedoch nicht unmittelbar zum Schmelzen des Erzes zu verwenden, sondern vorläufig Wasser durch sie zu zersetzen. Um die Anlagekosten zu verringern, beabsichtigte ich, die Stroome durch ausserordentlich billige und einfache Dynamomaschinen, die ich zu diesem besonderen Zwecke entwarf, zu erzeugen. Der durch die elektrolytische Zersetzung befreite Wasserstoff sollte verbrannt, oder mit Sauerstoff wiederverbunden werden, jedoch nicht mit dem, von welchem er sich getrennt hatte, sondern mit dem der Atmosphäre. So würde fast die gesamte, in der Zersetzung des Wassers aufgebrauchte elektrische Energie in der Form von Wärme, verursacht durch die Wiederverbindung des Wasserstoffes, ⁰zurueckgewonnen werden. Diese Wärme sollte zum Schmelzen des Erzes verwendet werden. Den bei der Zersetzung des Wassers als Nebenprodukt gewonnenen Sauerstoff beabsichtigte ich fuer gewisse andere industrielle Zwecke zu verwerten, die wahrscheinlich guten Gewinn bringen würden, weil dies der billigste Weg ist, dieses Gas in grossen Mengen herzustellen. Jedenfalls koemte es gebraucht werden zur Verbrennung aller moeglichen Abfaelle, billiger Kohlenwasserstoffe oder Kohle der schlechtesten Qualitaet,

die nicht in Luft verbrannt und auch sonst nicht gebraucht werden
koennen, und so wuerde wiederum eine bedeutende Waermemenge ^{zum Schmelzen des Erzes} zur
Verfuegung gestellt werden. Um die Oekonomie des Verfahrens noch
weiter zu erhoehen, beabsichtigte ich eine Einrichtung zu ge-
brauchen, durch welche das aus dem Ofen kommende heisse Metall und
die Brennabfaelle ihre Waerme an das in den Ofen gehende kalte Erz
abgeben wuerden, so dass bei dem Schmelzen verhaeltnismaessig wenig
Waermeenergie verloren ging. Ich rechnete aus, dass nach dieser Me-
thode in einem Jahre wahrscheinlich vierzig tausend Pfund Eisen per
Pferdekraft erzeugt werden koennten. Hierbei wurden diejenigen
Verluste, die unvermeidlich sind, im weitgehendsten Masse berueck-
sichtigt, denn die obige Quantitaet ist nur etwa die Halfte der
theoretisch erreichbaren. Gestuetzt auf diese ~~Schaetzung~~ ^{Schaetzung} und auf
praktische Daten bezueglich einer gewissen Art von Eisenerz, welches
in der Gegend der Grossen Seen in grosser Fuelle vorhanden ist,
fand ich, dass einschliesslich der Transport- und Arbeitskosten
Eisen auf diese Weise billiger erzeugt werden koennte, als nach
irgend einer der jetzt gebraeuchlichen Methoden. Dieses Resultat
wuerde um so sicherer erreicht werden, wenn der aus dem Wasser er-
haltene Sauerstoff, anstatt zum Schmelzen des Erzes verbraucht zu
werden, wie angenommen, vorteilhaftere Verwendung finden wuerde.
Jeder neue Bedarf nach diesem Gase wuerde der Anlage ein groesseres
Einkommen sichern und so das Eisen billiger machen. Dieser Plan
wurde einzig im Interesse der Industrie ~~verbreitet~~ ^{vorgebracht}. Eines Tages,

hoffe ich, wird sich aus der staubigen, runzligen Chrysalide ein
schöner, industrieller Schmetterling entpuppen.

Die Herstellung von Eisen aus Sanderzen ^{durch ein} ~~elektrolytisches~~ mag-
netisches Scheidungsverfahren ist prinzipiell höchst empfehlens-
wert, weil sie keine Kohlenverschwendung bedingt; aber die Nutz-
lichkeit dieser Methode wird durch die Notwendigkeit das Eisen
nachher zu schmelzen in grossem Masse vermindert. Was das Zer-
malmen der Eisenerze anbelangt, so werde ich es nur fuer ratio-
nell halten, wenn es durch Wasserkraft oder auf irgend eine andere
Weise bewerkstelligt wird mit Energie, die ohne Verzehrung von
Brennmaterial gewonnen worden ist. Ein elektrolytisches, kaltes
Verfahren, welches es möglich machen würde, Eisen auf billige
Weise auszuscheiden und ihm auch die gewünschten Formen zu geben,
wäre nach ~~meiner~~ Ansicht ein sehr grosser Fortschritt in der Eisen-
fabrikation. In Gemeinschaft mit einigen anderen Metallen hat das
Eisen bisher der elektrolytischen Behandlung Widerstand geleistet,
aber es ist nicht zu bezweifeln, dass schliesslich ein kaltes Ver-
fahren die Stelle der jetzigen unvollkommenen Giessmethoden einneh-
men und so die ungeheure Verschwendung von Brennmaterial, ~~abge-~~
~~schaftt werden wird~~, die das wiederholte Heizen der Metalle in den
Giessereien noethig macht, ~~abgeschafft werden wird.~~

Bis vor einigen Jahrzehnten bestand die Nutzlichkeit des
Eisens fast gänzlich in seinen ausserordentlichen technischen

Eigenschaften, aber seit der Ankunft der praktischen Dynamomaschine und des elektrischen Motors hat sich sein Wert fuer die Menschheit sehr erhoehrt durch seine eigenartigen magnetischen Qualitaeten. Was diese anbetrifft, ist das Eisen in der letzten Zeit sehr verbessert worden. Der wirkliche Fortschritt begann vor etwa dreizehn Jahren, als ich entdeckte, dass durch die Anwendung weichen Bessemer-Stahls in einem Wechselstrom-Motoren anstatt des ueblichen Schmiede-Eisens die Leistungsfaeheigkeit der Maschine verdoppelt wurde. Ich machte Herrn Albert Schmid, damals Director einer auf diesem Gebiete taetigen Gesellschaft, auf diese Tatsache aufmerksam, und seinen unermuedlichen Anstrengungen und seiner Geschicklichkeit ist die Ueberlegenheit der amerikanischen elektrischen Maschinen in grossem Maasse zu verdanken. Auf meine Anregung baute er Transformatoren aus Stahl, und bei diesen zeigte sich gleichfalls eine merkliche Verbesserung. Die Untersuchung wurde dann unter der Leitung des Herrn Schmid systematisch fortgesetzt, die Unreinlichkeiten wurden allmaehlich aus dem "Stahl" (Stahl nur dem Namen nach, aber in Wirklichkeit reines, weiches Eisen) entfernt, und es ergab sich bald ein Produkt, welches nicht viel mehr verbessert werden konnte.

Das kommende Zeitalter des Aluminiums - Der Untergang
der Kupferindustrie - Das grosse ~~Civilisierungsvermoegen~~
Civilisierungsvermoegen des neuen
Metalls.

Mit den in der letzten Zeit gemachten grossen Fortschrit-
ten in der Herstellung des Eisens sind wir tatsaechlich an der Gren-
ze der Verbesserung angelangt. Wir koennen nicht hoffen, dass seine
Zugfestigkeit, Flaetizitaet, Haerte oder ~~Lehnbarkeit~~
malleability⁵ erheblich ver-
bessert werden wird, und auch steht nicht zu erwarten, dass es in
Bezug auf magnetische Qualitaeten viel besser gemacht werden wird.
Hoeuerdings wurde ein bemerkenswerter Gewinn dadurch erzielt, dass
dem Eisen eine geringe Quantitaet Nickel beigebruegt wurde, aber
nach dieser Richtung ist nicht viel Raum fuer weiteren Fortschritt.
Neue Entdeckungen sind zu erwarten, aber sie koennen die wertvollen
Eigenschaften des Metalls nicht erheblich erhoehen, wenn sie auch
die Herstellungskosten bedeutend verringern moegen. Die naechste
Zukunft ist dem Eisen gesichert wegen seiner Billigkeit und seiner
unvergleichlichen mechanischen und magnetischen Eigenschaften.
Diese sind derart, dass gegenwaertig kein anderes Produkt mit ihm
konkurrieren kann. Aber es unterliegt keinem Zweifel, dass es in
nicht sehr langer Zeit in vielen seiner Gebieten das Zepter einem
anderen wird uebergeben muessen: das kommende Zeitalter wird das
Zeitalter des Aluminiums sein. Es sind nur siebenzig Jahre ver-
flossen, seitdem dieses wunderbare Metall von Wochler entdeckt wur-

de, und die kaum vierzig Jahre alte Aluminiumindustrie beansprucht schon die Aufmerksamkeit der ganzen Welt. Ein solch schnelles Wachstum hat die Kulturgeschichte bisher nicht verzeichnet. Vor nicht langer Zeit wurde das Aluminium zu dem ^{fantastischen} ueberschwenglichen Preise von dreissig oder vierzig Dollars das Pfund verkauft; heute erhaelt man es in beliebigen Quantitaeten zu ebenso vielen Cents. Und was mehr ist, die Zeit ist nicht fern, wenn auch dieser Preis als ^{fantastisch} ueberschwenglich betrachtet werden wird, denn es sind grosse Verbesserungen in seiner Herstellungsweise moeglich. Der groesste Teil des Metalls wird in dem elektrischen Ofen erzeugt nach einem Verfahren, in dem Schmelzen und Elektrolyse verbunden sind, welches wol eine Anzahl von Vorzuegen aufzuweisen hat, aber natuerlich eine grosse Verschwendung der Energie des elektrischen Stromes bedingt. Meine Berechnungen ergeben, dass der Preis des Aluminiums bedeutend vermindert werden koennte, wenn zu seiner Herstellung ein aehnliches Verfahren eingefuehrt wuerde, als ich zur Erzeugung des Eisens vorgeschlagen habe. Um ein Pfund Aluminium zu schmelzen, ~~sind~~ nur etwa siebenzig Prozent der Waerme erforderlich, die zum Schmelzen eines Pfund Eisens noetig ist, und da das Gewicht des Aluminiums nur etwa ein drittel des letzteren betraegt, koennte mit einer gegebenen Menge Waermeenergie eine vier mal so grosse Masse Aluminium als Eisen erzeugt werden. Aber die ideale Loesung ist ein kaltes, elektrolytisches Verfahren, und auf dieses habe ich meine Hoffnung gegrueudet.

Die absolut unumgangeliche Folge des Fortschreitens der Aluminium-Industrie wird die Vernichtung der Kupferindustrie sein. Beide koennen nicht neben einander bestehen und gedeihen; der letzteren Schicksal ist hoffnungslos besiegelt. Sogar schon jetzt ist es billiger, einen elektrischen Strom durch Aluminiumdrachte zu uebertragen als durch Kupferdrachte; Aluminiumgusswaren kosten weniger, und bei vielen haeuslichen und anderen Anwendungen kann das Kupfer nicht mit Erfolg konkurrieren. Eine weitere erhebliche Verminderung im Preise des Aluminiums kann nicht umhin, fuer das Kupfer verhaengnisvoll zu sein. Aber der Fortschritt des ersteren wird nicht ungehindert vor sich gehen, denn, wie es immer in solchen Faellen geschieht, die groessere Industrie wird die kleinere absorbieren: die riesigen Kupferinteressen werden die zwerghaften Aluminiuminteressen beherrschen, und das langsam schreitende Kupfer wird den lebhaften Gang des Aluminiums verzoegern. Aber dadurch wird die bevorstehende Katastrophe nur aufgeschoben, nicht aufgehoben sein.

Das Aluminium wird jedoch nicht mit der Ueberwindung des Kupfers einhalten. Ehe viele Jahre verflossen sind, wird es mit dem Eisen in grimmigen Kampfe verwickelt sein, und in ihm wird es einen nicht leicht zu besiegenden Gegner finden. Der Ausgang des Kampfes wird in grossem Maasse davon abhaengen, ob das Eisen in elektrischen Maschinen unentbehrlich sein wird. Nur die Zukunft kann dies entscheiden. Der Magnetismus, wie er sich im Eisen of-

ferntart, ist eine vereinzelt darstehende Naturerscheinung. Weshalb dieses Metall sich in dieser Beziehung so grundlich verschieden von allen andern ^{Materialen} benimmt ist noch nicht festgestellt, obschon viele Theorien vorgebracht worden sind. Was den Magnetismus anbelangt, verhalten sich die Molekuele der verschiedenen Koerper wie hohle, mit einer schweren Fluessigkeit teilweise gefuellte Balken, die in der Mitte nach Art einer Schaukel balanciert sind. Offenbar besteht in der Natur ein steuerender Einfluss, der bewirkt, das jedes Molekuel, genau wie ein solcher Balken, nach der einen oder andern Seite kippt. Neigen sich die Molekuele nach der einen Seite, so ist der Koerper magnetisch; neigen sie sich nach der andern Seite, dann ist der Koerper nicht magnetisch; aber beide Lagen sind stabil, wie auch bei den hohlen Balken der Fall sein wuerde, weil die Fluessigkeit nach dem niedrigeren Ende ~~stuerzen~~ ^{fließen} wuerde. Das Wunderbare ist nun, dass die Molekuele aller uns bekannten Koerper nach einer Seite, und nur die des Eisens nach der andern Seite gingen. Es scheint, als habe dieses Metall einen ganz andern Ursprung als das das Uebrige der Erdkugel. Es ist hoechst unwahrscheinlich, dass wir irgend ein anderes, billigeres Metall entdecken werden, welches den magnetischen Eigenschaften des Eisens gleichkommen oder sie uebertreffen wird.

Wenn nicht eine gruendliche Aenderung in dem Charakter der jetzt gebrauchlichen elektrischen Stroeme eintritt, dann wird

das Eisen unentbehrlich bleiben. Und doch sind die Vorzuege, die es bietet, nur scheinbare. So lange als wir schwache magnetische Kraefte anwenden, ist es allen anderen Metallen weit ueberlegen; wenn wir aber Mittel erfinden, grosse magnetische Kraefte zu erzeugen, dann werden ohne dasselbe bessere Resultate zu erreichen sein. Tatsaechlich habe ich schon elektrische Transformatoren hergestellt, in denen kein Eisen verwendet ^{wurde} ~~ist~~, und die fuer jede zehn Pfund Gewicht zehn mal groessere Leistungsfachigkeit haben, als solche mit Eisen. Dieses Resultat wird dadurch erzielt, dass anstatt der gewoehnlichen, jetzt in den Industrien angewandten elektrischen Stroemen ~~zokkzxzx~~ sehr schnell schwingende, auf neue Art erzeugte Stroeme ge-braucht werden. Es ist mir auch gelungen, Elektromotoren mit diesen schnell-schwingenden elektrischen Stroemen zu betreiben, aber die Ergebnisse waren bisher nicht so gut, als die, welche mit gewoehnlichen, aus Eisen konstruierten Motoren erzielt werden, obgleich theoretisch erstere instande sein sollten, unvergleichlich mehr Arbeit zu leisten per Gewichtseinheit als letztere. Aber die scheinbar unueberwindlichen Schwierigkeiten, die jetzt im Wege stehen, duerften an Ende doch ^{beseitigt} ~~beseitigt~~ werden, und dann wird das Eisen abgeschafft und alle elektrischen Maschinen aus Aluminium fabriziert werden, sehr wahrscheinlich zu laecherlich niedrigen Preisen. Dies wurde fuer das Eisen ein harter, wenn nicht verhaengnisvoller Schlag sein. In vielen anderen Industriezweigen,

wie ^{an} der Schiffbau~~erei~~, oder allen solchen, in denen leichter Bau
noetig ist, wird der Fortschritt des neuen Metalls viel schneller
vor sich gehen. Fuer solche Zwecke ist es vorzueglich geeignet und
wird frueher oder spaeter das Eisen sicherlich verdraengen. Es ist
hoechst wahrscheinlich, dass wir im Laufe der Zeit instande sein
werden, dem Aluminium viele jener Eigenschaften zu verleihen, die
das Eisen so wertvoll machen.

Waehrend es unmoeglich ist, vorherzusagen, wann sich die-
se industrielle Umwaelzung vollziehen wird, kann man doch nicht be-
zweifeln, dass die Zukunft dem Aluminium gehoert, und dass es mit
der Zeit das Hauptmittel zur Steigerung der menschlichen Leistung
werden wird. Es besitzt in dieser Beziehung viel groessere Faehig-
keiten, als irgendein anderes Metall. Ich wuerde sein Civilisie-
rungsvermoegen voellig hundert mal so gross schaeetzen, als das des
Eisens. Obwol diese Schaeetzung Erstaunen erregen mag, ist sie
durchaus nicht uebertrieben. Erstlich muss man bedenken dass, der
Masse nach, dem Menschen dreissig mal so viel Aluminium als ^{Eisen}~~Stahl~~
zur Verfuegung steht. Dies in sich selbst bietet grosse Moeglich-
keiten. Dann laesst sich das neue Metall viel leichter bearbeiten,
was seinen Wert ~~erhoehet~~ erhoecht. In vielen seiner Eigenschaften
gleichet es einem kostbaren Metall, was ihm weiteren Wert verleiht.
Seine elektrische Leitfaehigkeit fuer ein gegebenes Gewicht ist
groesser als die irgend eines anderen Metalles, und dies allein

wurde hinreichen, es fuer den zukuenftigen Fortschritt des Menschen zu einem der wichtigsten Faktoren zu machen. Infolge seines ausserordentlich geringen Gewichts sind aus demselben fabricierte Artikel viel leichter zu transportieren. Vermoege dieser Eigenschaft wird es eine Umwaelzung im Schiffbau hervorrufen, und dadurch, dass es den Transport und das Reisen erleichtert wird es die nuetzliche Arbeitsleistung des Menschen ungeheuer ver-groessern. Sein groesstes Civilisierungsvermoegen, glaube ich, wird in der Luft^{schiff}fahrt bestehen, zu deren Verwirklichung es sicher das Mittel sein wird. Telegraphische Instrumente werden den Bar-baren langsam belehren. Elektrische Motoren und Lampen werden es schneller tun, aber schneller als irgend etwas anderes wird die Flugmaschine es tun. Dadurch dass sie das Reisen ideal leicht macht, wird sie das beste Mittel sein zur Vereinigung der verschie-denartigen Elemente der Menschheit. Der erste Schritt zu dieser Verwirklichung sollte bestehen in der Erzeugung eines leichten Accumulators, oder darin, dass mehr Energie aus der Kohle gewonnen wird.

Versuche aus der Kohle mehr Energie zu gewinnen - Die elektrische Uebertragung - der Gasmotor - Die ~~Kalte~~ Kohlenbatterie.

Ich erinnere mich, dass ich einst die Erzeugung von Elektrizitaet durch das Brennen von Kohle in einer Batterie fuer diejenige Errungenschaft hielt, welche die Civilisation der Menschheit am meisten foerdern wuerde, und mit Erstaunen nehme ich wahr, wie sehr sich durch das bestaendige Studium dieser Gegenstaende meine Ansichten geaendert haben. Jetzt scheint es mir, dass das Brennen von Kohle in einer Batterie, wenn es auch auf noch so wirtschaftliche Weise geschieht, nur ein zeitweiliges Ersatzmittel, eine Phase in der Entwicklung zu etwas viel Vollkommenem sein wuerde. Wenn wir Elektrizitaet auf diese Art erzeugten, wuerden wir doch immer noch Material zerstoeren, und das waere ein barbarisches Verfahren. Wir sollten instande sein, die Energie, deren wir beduerfen, ohne Zerstoeerung von Material zu erhalten. Es liegt mir jedoch fern, den Wert solch einer wirtschaftlichen Ausnutzung des Brennmaterials zu unterschaeetzen. Wir erhalten gegenwaertig die meiste Trieb-
ungeheuer
kraft aus der Kohle, und sie vermehrt/entweder direkt oder durch ihre Produkte die menschliche Energie. Leider wird bei allen jetzt angewandten Methoden der groesste Teil der Energie der Kohle un-
nuetz vergeudet. Die besten Dampfmaschinen benuetzen nur einen kleinen Teil der Gesamtenergie. Sogar in Gasmaschinen, in denen besonders in der let zten Zeit bessere Resultate erreichbar sind,

findet noch eine ~~kurzzeit~~ barbarische Verschwendung statt. In unseren elektrischen Beleuchtungssystemen verwerten wir kaum ein Drittel Prozent, und in der Gasbeleuchtung einen noch viel kleineren Teil der gesamten Energie der Kohle. Wenn wir alle verschiedenen Anwendungen der Kohle in der ganzen Welt zusammenfassen, verwerten wir sicher nicht mehr als zwei Prozent der theoretisch in ihr enthaltenen Energie. Der Mann, der dieser sinnlosen Verschwendung ein Ende machen wuerde, waere ein grosser Wohltater der Menschheit, obgleich seine Loesung keine dauernde sein koennte, weil sie zur endlichen Erschoepfung des Materialvorrates fuehren wuerde. Es werden Bemuehungen, mehr Energie aus der Kohle zu gewinnen, jetzt hauptsaechlich in zwei Richtungen gemacht - durch Erzeugung von Elektrizitaet und durch Herstellung von Gas fuer Triebkraftzwecke. Auf ^{diesen} beiden dieser Gebieten ^{sind} schon bemerkenswerte Erfolge erzielt worden.

Die Ankunft des Systems der elektrischen Kraftuebertragung durch Wechselstroeme kennzeichnet eine Epoche in der oekonomischen Ausnuetzung der Energie, welche dem Menschen in der Kohle zur Verfuegung steht. Alle durch einen Wasserfall erzeugte elektrische Energie ist, infolge der Ersparnis so vielen Brennmaterials, offenbar ein Reingewinn fuer die Menschheit, der um so wirksamer ist, weil er mit wenig menschlichem Kraftaufwand erworben wird, und weil diese vollkommenste aller Methoden Energie von der Sonne zu gewinnen auf viele Weisen zur Foerderung der Civilisation beitraegt.

Aber die Elektrizitaet gestattet uns auch, aus der Kohle viel mehr Energie zu erhalten, als auf den alten Wegen moeglich war. Anstatt die Kohle nach fernen Plaetzen zu transportieren und dort zu verbrauchen verbrennt man sie in der Naechen der ^{Bergwerke} ~~Minen~~, entwickelt Elektrizitaet in Dynamomaschinen und uebertraegt den Strom nach entfernten Gegenden, und erzielt dadurch eine bedeutende Ersparnis. Anstatt die Maschinerie einer Fabrik auf die alte, verschwenderische Weise durch Riemen und Wellen anzutreiben, verwendet man dazu Elektromotoren, fuer welche die Elektrizitaet durch Dampfkraft erzeugt wird. Es kommt nicht selten vor, dass man auf diese Weise zwei bis drei mal so viel effektive Triebkraft erhaelt als vormals, und ausserdem noch viele andere wichtige Vorteile gewinnt. Auf diesem Gebiete, sowol als auch in der Energieuebertragung auf grosse Entfernungen fuehrt das Wechselstromsystem mit seiner ideal einfachen Maschinerie eine industrielle Umwaelung herbei. Aber in vielen Richtungen hat sich dieser Fortschritt noch nicht fuehlbar gemacht. So z. B. werden Dampfer und Eisenbahnzuege noch durch direkte Uebertragung der Dampfkraft auf Welle oder Achse angetrieben. Ein viel groesserer Prozentsatz der Waermeenergie des Brennmaterials koennte in Triebkraft umgewandelt werden, wenn anstatt der jetzigen Schiffsdampfmaschinen oder Lokomotiven durch speziell konstruierte ^{Hochdruck- (high pressure steam or gas engines)} Dampf- oder Gasmaschinen angetriebene Dynamos gebraucht, und die von diesen erzeugte Elektrizitaet zur Fortbewegung verwen-

det wurde. Fuenfzig bis hundert Prozent mehr wirksame Triebkraft konnte auf diese Weise aus der Kohle gewonnen werden. Es ist schwer ~~zu verstehen~~ weshalb Ingenieure einer so einfachen und handgreiflichen Tatsache nicht mehr Aufmerksamkeit widmen. Auf Ozeandampfern waere eine solche Verbesserung besonders wuensenswert, weil dadurch der Raerm beseitigt und ihre Geschwindigkeit und Tragfaehigkeit erheblich gesteigert werden wurde.

Es wird gegenwaertig noch mehr Energie aus der Kohle gewonnen durch die neuesten verbesserten Gasmotchinen, deren Oekonomie durchschnittlich wahrscheinlich zweimal so gross ist, als die der besten Dampfmaschinen. Die Einfuehrung des Gasmotors wird durch den grossen Umfang der Gasindustrie sehr erleichtert. Mit der immer ~~zunehmenden~~ ^{zunehmenden} Verwendung des elektrischen Lichts wird das Gas mehr und mehr zu Heiz- und Kraftzwecken benutzt. In vielen Faellen wird das Gas in der Naehc der Kohlengrube hergestellt und nach ferncn Verbrauchsstellen uebertragen, und so wird sowol in der Transportation als auch in der Verwendung des Brennmaterials eine bedeutende Ersparnis bewirkt. Bei dem gegenwaertigen Standpunkte der mechanischen und elektrischen Kuenste ist der rationellste Weg, Energie aus der Kohle zu erhalten offenbar, Gas in der Naehc des Kohlenlagers herzustellen, und mit demselben entweder am Orte oder sonstwo Elektrizitaet zu erzeugen in Dynamomaschinen, die durch Gasmotoren angetrieben werden. Der wirtschaftliche Erfolg einer

solchen Anlage beruht in grossem Masse auf der Erzeugung von Gasmotoren von nominell grosser Pferdekraft, die, nach der eifrigen Taetigkeit auf diesem Felde zu rechnen, wol bald ihre Erscheinung machen werden. Anstatt wie gewoehnlich die Kohle direkt zu gebrauchen, sollte Gas daraus hergestellt und dieses verbrannt werden, um Energie zu ersparen.

Aber alle solche Verbesserungen koennen nur voruebergehende Phasen in der Entwicklung zu etwas viel Vollkommeneren sein, denn endlich muss es uns gelingen, ohne solche Umwege und ohne grossen ~~Stromverbrauch~~ Verlust an Waermeenergie Elektrizitaet aus der Kohle zu erhalten. Ob die Kohle durch ein kaltes Verfahren oxidiert werden kann ist noch eine Frage. Ihre Verbindung mit Sauerstoff findet nur statt unter Entwicklung von Waerme, und ob die Energie der Verbindung von Kohle mit einem anderen Elemente direkt in elektrische Energie verwandelt werden kann ist noch nicht festgestellt worden. Unter gewissen Bedingungen wird Kohle verbrannt von Salpetersaure unter Erzeugung eines elektrischen Stromes, aber die Loesung bleibt nicht kalt. Andere Mittel sind zur Oxidierung der Kohle vorgeschlagen worden, aber sie enthielten nicht das Versprechen, dass Sie zu einem wirtschaftlichen Verfahren fuehren wuerden. Mein eigener Misserfolg ist vollstaendig gewesen, wenn auch vielleicht nicht ganz so vollstaendig ^{wieder}veiniger Leute, die das Kalte-Kohlenelement "vervollkommenet" haben. Dieses Problem sollte grundsuetzlich von dem Chemiker geloeset werden, nicht von dem Physiker, der alle seine

solchen Anlage beruht in grossem Masse auf der Erzeugung von Gas-
motoren von nominell grosser Pferdekraft, die, nach der eifrigen
Tätigkeit auf diesem Felde zu rechnen, wol bald ihre Erscheinung
machen werden. Anstatt wie gewöhnlich die Kohle direkt zu ge-
brauchen, sollte Gas daraus hergestellt und dieses verbrannt wer-
den, um Energie zu ersparen.

Aber alle solche Verbesserungen koennen nur voruebergehen-
de Phasen in der Entwicklung zu etwas viel Vollkommenen sein, denn
endlich muss es uns gelingen, ohne solche Umwege und ohne grossen
~~Wärmeverlust~~ Verlust an Waermeenergie Elektrizitaet aus der Kohle
zu erhalten. Ob die Kohle durch ein kaltes Verfahren oxidiert wer-
den kann ist noch eine Frage. Ihre Verbindung mit Sauerstoff fin-
det nur statt unter Entwicklung von Waerme, und ob die Energie der
Verbindung von Kohle mit einem anderen Elemente direkt in elektri-
sche Energie verwandelt werden kann ist noch nicht festgestellt wor-
den. Unter gewissen Bedingungen wird Kohle verbrannt von Salpeter-
saure unter Erzeugung eines elektrischen Stromes, aber die Loesung
bleibt nicht kalt. Andere Mittel sind zur Oxidierung der Kohle vor-
geschlagen worden, aber sie enthielten nicht das Versprechen, dass
Sie zu einem wirtschaftlichen Verfahren fuehren wuerden. Mein eige-
ner Misserfolg ist vollstaendig gewesen, wenn auch vielleicht nicht
ganz so vollstaendig ^{wieder} einiger Leute, die das Kalte-Kohlenelement
"vervollkommenet" haben. Dieses Problem sollte grundsatzlich von
dem Chemiker geloeset werden, nicht von dem Physiker, der alle seine

Resultate im Voraus bestimmt, so dass ein von ihm angestellter Versuch nicht misslingen kann. Die Chemie, obgleich eine positive Wissenschaft, gestattet die Lösung einer Aufgabe noch nicht nach so positiven Methoden, als zur Behandlung vieler physischer Probleme zu Verfügung stehen. Wenn das Resultat möglich ist, wird es vielmehr durch geduldiges Versuchen, als durch Schlussfolgerung und Berechnung erreicht werden. Die Zeit wird jedoch bald kommen, wenn der Chemiker instande sein wird, einen im Voraus deutlich ausgelegten Kurs zu verfolgen, und durch rein konstruktives Verfahren zu einem gewünschten Resultate zu gelangen. Die ~~Kalte~~-Kohlenbatterie wurde der elektrischen Industrie einen mächtigen Aufschwung verleihen; sie wurde in sehr kurzer Zeit zu einer praktischen Flugmaschine fähren und die Einführung des Automobils ungeheuer begünstigen. Aber eine bessere und wissenschaftlichere Lösung dieser und vieler anderer Probleme wäre ein leichter Akkumulator.

Energie vom Medium - Die Windmühle und die Sonnenma-
schine - Triebkraft von der Waerme der Erde - Elektrizitaet aus
natuerlichen Quellen.

Ausser Brennmaterial gibt es noch eine Fuelle von Stoff-
en, aus denen man eventuell Kraft erhalten koennte. Ungeheure
Energienmengen sind z. B. im Kalkstein enthalten, und durch Frei-
setzung der Kohlensaure durch Schwefelsaure oder auf andere Weise
koennen Maschinen angetrieben werden. Ich konstruierte einst eine
solche Maschine, und dieselbe funktionierte auf zufriedenstellende
Weise.

Aber welches in der Zukunft auch immer die Quellen der
^{primary} urspruenglichen Energie sein moegen, wir muessen sie, um rationall
zu verfahren, ohne Verzehrung irgend welchen Materials erlangen.
Schon vor langer Zeit kam ich zu diesem Schluss, und um dieses Re-
sultat zu erreichen schien, wie vorher angedeutet, nur zwei Wege
moeglich - entweder musste die in dem umgebenden Medium aufgespei-
cherte Energie der Sonne ausgenutzt werden, oder es musste die
Energie der Sonne durch das Medium uebertragen werden von einem
solchen Orte, wo sie ohne Materialverbrauch ^{gewonnen} erzeugt werden konnte.
Zu jener Zeit wies ich die letztere Methode sofort als gaenzlich
unausfuehrbar zurueck, und wandte mich der Untersuchung der Moeg-
lichkeiten der erstere zu.

Es ist schwer zu glauben, aber nichtsdestoweniger eine

Tatsache, dass seit unendlichen Zeiten dem Menschen eine Maschine zur Verfügung gestanden hat, welche ihm gestattet, die Energie des umgebenden Mediums nutzbar zu machen. Diese Maschine ist die Windmühle. Die Kraft, welche man von Winde erhalten kann, ist, im Gegensatz zu der allgemein verbreiteten Ansicht, sehr beträchtlich. Manch ein irreführter Erfinder hat Jahre seines Lebens verbracht in dem Bestreben, "die Fluten zu bezwingen", und einige haben sogar vorgeschlagen, durch die Reibkraft der Fluten oder Wellen Luft zu komprimieren zum Zwecke der Energiegewinnung, die Zeichen der alten Windmühle dort oben auf dem Hügel nicht verstehend, wie sie traurig mit ihren Armen winkte und ihnen gebot, innezuhalten. Die Tatsache ist nämlich, dass in der Regel ein Wellen- oder Flutemotor nicht instand sein würde, wirtschaftlich mit der Windmühle zu konkurrieren, die eine bei weitem bessere Maschine ist, weil sie gestattet, viel grössere Energiemengen auf einfacheren Wege zu erhalten. Die Windkraft ist in alten Zeiten von unberechenbarem Werte für den Menschen gewesen, allein dadurch, dass sie es ihm möglich machte, die Meere zu durchfahren, und sie spielt sogar heute noch beim Reisen und in der Transportation eine wichtige Rolle. Es sind jedoch dieser ideal einfachen Methode, die Energie der Sonne zu benutzen, enge Grenzen gezogen. Die Maschinen sind gross für eine gegebene Arbeitsleistung und die Kraft ist eine unterbrechbare, was das Aufspeichern der Energie notwendig macht

und die Kosten der Anlage vermehrt.

Ein weit besserer Weg Kraft zu erhalten waere, sich der Sonnenstrahlen zu bedienen, welche unaufhoerlich auf die Erde herabfallen und auf die Quadratmeile ^{energy at a maximum rate of 2.1} eine maximale Energie von ueber vier Millionen Pferdekraft liefern. Wenn auch im Durchschnitt die Energie, welche eine Quadratmeile in einer beliebigen Gegend im Laufe des Jahres erhaelt, nur ein kleiner Teil dieses Betrages ist, wurde doch durch die Entdeckung eines zweckmaessigen Verfahrens zur Ausnuetzung der Energie der Strahlen eine unerschöpfliche Kraftquelle eroeffnet werden. Der einzige rationelle Weg, der mir bekannt war zu der Zeit als ich das Studium dieses Gegenstandes begann, war die Anwendung einer Art von Waermomotor oder thermo-dynamischer Maschine, angetrieben durch eine fluechtige, in einem Kessel durch die Waerme der Strahlen verdampfte Flussigkeit. Aber naechere Untersuchung dieser Methode und Berechnung ergab, dass trotz der ungeheuren Energiemenge, welche die Strahlen scheinbar herabsenden, ~~in Wirklichkeit doch nur ein kleiner Teil dieser Energie auf diesem Wege nutzbar gemacht werden kann.~~ ^{in Wirklichkeit doch nur ein kleiner Teil dieser Energie auf diesem Wege nutzbar gemacht werden kann.} Die von den Sonnenstrahlen gelieferte Energie ist periodisch, und ich fand, dass dieselben Beschraenkungen wie bei der Windmuhle, auch hier bestanden. Nachdem ich lange Zeit diese Methode Energie von der Sonne zu gewinnen untersucht hatte, den notwendigerweise grossen Umfang des Kessels, den geringen Nutzeffekt des Waermotors, die

noch hinzukommenden Kosten der Energieaufspeicherung und andere Nachteile dabei in Erwägung ziehend, kam ich zu dem Beschlusse, dass "die Sonnenmaschine", einige wenige Facille ausgenommen, nicht mit Erfolg in den Industrien verwendet werden konnte.

Noch ein Weg ohne Materialverzehrung Triebkraft vom Medium zu erhalten wäre, die in der Erde, dem Wasser oder der Luft enthaltene Wärme zum Antreiben einer Maschine zu benutzen. Es ist wohl bekannt, dass das Innere der Erde sehr heiss ist. Wie sich aus Beobachtungen ergibt, steigt die Temperatur mit jedem hundert Fuss Tiefe 1° C. Die Schwierigkeiten Schächte zu graben und Kessel aufzustellen in einer Tiefe von etwa zwölf tausend Fuss, entsprechend einer Temperaturerhöhung von ungefähr 120° C., sind nicht unüberwindlich, und man könnte auf diese Weise sicherlich die Wärme der inneren Erdkugel nutzbar machen. Tatsächlich wäre es gar nicht nötig, in die Tiefe zu gehen, um von der aufgespeicherten Erdenwärme Energie zu gewinnen. Die oberen Erdlager und die Luftschichten in deren Nähe besitzen eine genügend hohe Temperatur, um höchst flüchtige Substanzen, die anstatt Wasser in den Kesseln gebraucht werden könnten, zu verdampfen. Es ist sicher, dass ein Schiff auf dem Meere fortbewegt werden könnte durch eine Maschine, die von einem solch flüssigen Körper angetrieben würde, ohne irgend welche andere Energie zu gebrauchen, als die vom Wasser abgeleitete Wärme. Aber die Kraftmenge, die auf diese Art ohne weitere Vorrichtungen gewonnen werden könnte, würde sehr klein sein.

Die durch naturliche Ursachen erzeugte Elektrizitaet ist eine weitere Energiequelle, welche dienstbar gemacht werden koennte. Blitzentladungen enthalten grosse Mengen elektrischer Energie, die wir verwenden koennten, wenn wir sie transformieren und aufspeichern wuerden. Vor einigen Jahren machte ich eine Methode elektrischer Umwandlung bekannt, die den ersten Teil dieser Aufgabe leicht macht, aber das aufspeichern der Energie von Blitzentladungen wird schwer zu erreichen sein. Es ist ferner wohl bekannt, dass bestaendig elektrische Stroeme durch die Erde fliessen, und dass zwischen der Erde und irgend einer Luftschicht eine elektrische Spannungsdifferenz besteht, die im Verhaeltnis zur Hoehe variiert.

In neuerdings angestellten Versuchen habe ich zwei neue Tatsachen entdeckt, die in dieser Beziehung von Bedeutung sind. Eine dieser Tatsachen ist, dass in einem Drahte, der sich vom Boden bis zu einer sehr grossen Hoehe erstreckt, Elektrizitaet erzeugt wird durch die ~~axiale~~ ^{rotirende} und wahrscheinlich auch durch die translatorische Bewegung der Erde. Es wird jedoch kein nennenswerter Strom in dem Drahte fliessen, wenn nicht der Elektrizitaet gestattet ist, in die Luft zu entweichen. Ihr Ausfluss wird dadurch sehr erleichtert, dass man am oberen Ende des Drahtes einen leitenden Pol von grosser Oberflaeche mit vielen scharfen Ecken oder Spitzen anbringt. Man kann also eine fortwaehrende Zufuhr von elektrischer Energie erhalten, indem man nur einen Draht aus einer Hoehe herabhängt, aber leider ist die Elektrizitaetsmenge, die so gewonnen werden kann, klein.

Die zweite Tatsache, die ich festgestellt habe, ist, dass die höheren Luftschichten beständig geladen sind mit Elektrizität, die der Ladung der Erde entgegengesetzt ist. So habe ich wenigstens meine Beobachtungen gedeutet, aus denen hervorgeht, dass die Erde mit der an sie grenzenden isolierenden und ~~inner~~ äusseren leitenden Hülle einen hoch geladenen Kondensator bildet, der in aller Wahrscheinlichkeit eine grosse Menge elektrischer Energie enthält, die fuer den Menschen nutzbar gemacht werden koennte, wenn es moeglich waere, mit einem Drahte grosse Hoehen zu erreichen.

Es ist moeglich, ja sogar wahrscheinlich, dass mit der Zeit andere Energiequellen erschlossen werden, von denen wir gegenwaertig keine Kenntnis haben. Wir duerften sogar Wege finden, solche Kraefte wie den Magnetismus oder die Gravitaet ohne irgend welche andere Mittel zum Antreiben von Maschinen zu gebrauchen. Solche Verwirklichungen, wenn auch hoechst unwahrscheinlich, sind nicht unmoeglich. Ein Beispiel wird die beste Vorstellung gewachsen von dem, was ~~wir~~ ^{wir} zu erreichen ~~hoffen~~ ^{duerfen} koennen, und was wir niemals erreichen koennen. Man denke sich eine Scheibe aus irgend einem homogenen Metall, vollkommen rund abgedreht und so eingerichtet, dass sie sich ueber dem Boden auf einer horizontalen Welle in reibungslosen Lagern dreht. Diese Scheibe, die unter obigen Bedingungen vollkommen balanciert waere, waerde in irgend einer Lage stille stehen. Man ist es moeglich, dass wir lernen werden, wie man eine solche Scheibe verursachen kann, sich zu drehen und Arbeit zu ver-

richten durch die Gravität, ohne irgend fernere Anstrengung unsererseits; aber es ist gänzlich unmöglich, dass die Scheibe sich drehe und Arbeit verrichte ohne irgend eine Kraft von Aussen. Wenn sie das tun könnte, würde sie sein, was die Wissenschaft mit dem Namen "perpetuum mobile" bezeichnet, eine Maschine, die ihre eigene Bewegkraft erzeugt. Um die Scheibe durch Gravität sich drehen zu machen, brauchen wir nur einen Schirm gegen diese Kraft zu erfinden. Vermittels eines solchen Schirmes könnten wir verhindern, dass die Kraft auf eine Hälfte der Scheibe wirkt, und deren Umdrehung würde folgen. Wenigstens kann man eine solche Möglichkeit nicht verleugnen, bis wir das Wesen der Gravität genau kennen. Angenommen diese Kraft rühre her von einer Bewegung, ähnlich einem Luftstrom, der nach dem Mittelpunkte der Erde ginge. Die Wirkung eines solchen Stroms auf beide Hälften der Scheibe würde gleich gross sein, und diese würde sich unter gewöhnlichen Umständen nicht drehen, wenn aber eine Hälfte geschützt wäre durch eine Platte, welche die Bewegung aufhält, dann würde sich die Scheibe rotieren.

Abweichung von bekannten Methoden - Moeglichkeit einer "selbsttaetigen" Maschine, leblos, aber dennoch faehig, Energie aus dem Medium zu ziehen wie ein lebendes Wesen - Der ideale Weg Triebkraft zu erzeugen.

Als ich die Untersuchung des hier behandelten Gegenstandes begann und als die oben beschriebenen oder aehnliche Ideen mir zum ersten Male einfielen, und obgleich viele der erwachten Tatsachen mir unbekannt waren, ueberzeugte mich nichtsdestoweniger eine Uebersicht ueber die verschiedenen Wege, die Energie des Mediums auszunuetzen, dass eine grundsaeztliche Abweichung von den damals bekannten Methoden gesucht werden musste, um zu einer praktischen Loesung zu gelangen. Die Windmuehle, der Sonnenmotor, die von der Waerme der Erde angetriebene Maschine hatten alle ihre Grenzen hinsichtlich der erreichbaren ~~En~~ Energiemenge. Ein neuer Weg, der es uns ermoeeglichen wuerde mehr Energie zu erhalten, musste entdeckt werden. Es war genug Waermeenergie im Medium vorhanden, aber nach den damals bekannten Methoden war nur ein kleiner Teil derselben zum Antrieb einer Maschine verwendbar. Ueberdies konnte man die Energie nur sehr langsam erhalten. Das Problem war also offenbar, ein neues Verfahren zu entdecken, welches gestatten wuerde, einen groesseren Teil der Waermeenergie des Mediums auszunuetzen und sie auch demselben mit groesserer Geschwindigkeit zu entziehen.

Ich versuchte vergebens, mir ein Bild davon zu machen,
wie dies erreicht werden koennte, als ich einige Behauptungen von
Carnot und Lord Kelvin (damals Sir William Thomson) las, die tat-
saechlich bedeuteten, es sei unmoeglich, dass ein lebloser Mecha-
nismus oder eine selbsttaetige Maschine einen Teil des Mediums bis
unter die Temperatur der Umgebung abkuehle und durch die abgeleite-
te Waerme in Betrieb gesetzt werde. ^{Behauptungen} Diese Aussagen interes-
sierten mich in hohem Grade. ^{Seiber} Ein lebendes Wesen ~~konnte~~ offenbar ^{Aufgabe gewachsen ist} dieser
~~gerade dieses tun~~, und da die Erfahrungen meiner Jugend, die ich
erzaehlt habe, mich ueberzeugt hatten, dass ein lebendes Wesen
nichts weiter als ein Automat oder, mit anderen Worten, eine
"selbsttaetige Maschine" ist, kam ich zu dem Schluss, dass es moeg-
lich war, eine Maschine zu konstruieren, die dasselbe tun wuerde.
Als ersten Schritt zu dieser Verwirklichung erdachte ich den fol-
genden Mechanismus. Man denke sich eine Thermosaeule, bestehend
aus einer Anzahl von Metallstangen, die von der Erde bis in den
aeusseren Raum ueber die Atmosphaere hinaus reichen. Die von unten
nach oben diesen Metallstangen entlang geleitete Waerme wuerde die
Erde, oder die See oder die Luft abkuehlen, je nach der Lage der
unteren Teile der Stangen, und das Resultat wuerde sein, wie wol
bekannt, dass ein elektrischer Strom in diesen Stangen fliessen
wuerde. Die beiden Pole der Thermosaeule koennten dann durch einen
elektrischen Motor verbunden werden, und ~~theoretisch~~ ^{theoretisch} wuerde dieser

Motor so lange immerfort laufen, bis die unteren Media bis auf die Temperatur des aeusseren Raumes abgekuehlt waeren. Das waere eine leblose Maschine, die allem Anscheine nach einen Teil des Mediums unter die Temperatur der Umgebung abkuehlte und durch die abgeleitete Waerme in Gang gesetzt wuerde.

Aber war es denn nicht moeglich, einen aehnlichen Zustand herbeizufuehren, ohne notwendigerweise in die Hoehe zu gehen? Man denke sich, zum Zwecke der Erlaeuterung, eine wie in Schema b dargestellte Umhuellung T, die so beschaffen ist, dass Energie nicht anders als durch den Kanal oder Weg O durch sie uebertragen werden kann, und dass auf irgend eine Weise innerhalb dieser Umhuellung ein wenig Energie besitzendes Medium aufrecht erhalten wuerde, und dass sich ausserhalb desselben das gewoehnliche umgebende Medium mit viel Energie befaende. Unter diesen Bedingungen wuerde die Energie durch die Oeffnung O fliessen, wie durch den Pfeil angedeutet ist, und koennte dann beim Durchfluss in eine andere Art Energie verwandelt werden. Die Frage war: Koennte ~~wahr~~ ein solcher Zustand erreicht werden? Koennten wir kuennstlich einen solchen Abfluss erzeugen, in welchen die Energie des umgebenden Mediums hineinfluessen wuerde? Angenommen es koennte in einem gegebenen Raume durch irgend ein Verfahren eine ausserordentlich niedrige Temperatur erhalten werden; das umgebende Medium wuerde dann gezwungen sein, Energie abzugeben, die in mechanische oder eine andere Form von Energie verwandelt und gebraucht werden koennte. Die Ver-

wirklichung eines solchen Planes wuerde uns gestatten, an irgend
einem Orte Tag und Nacht eine bestaendige Energielieferung zu erhal-
ten. Mehr als dies, meiner Folgerung nach schien es moeglich, eine
rasche Cirkulation des Mediums zu verursachen und so die Energie
~~at a constant rate~~
sehr schnell zu erhalten.

Hier war also eine Idee, die, wenn ausfuehrbar, eine
glueckliche Loesung des Problems Energie vom Medium zu gewinnen,
bot. War sie aber ausfuehrbar? Dasselbe so sei, davon ueberzeugte
ich mich auf mehrere Wege. Einer derselben ist der folgende. Was
die Waerme anbetrifft, befinden wir uns auf einem Hochplateau, ver-
gleichbar mit einem Bergsee betraehtlich ueber den Meeresspiegel,
dessen Oberflaeche das absolute Zero des Weltraumes darstellen moe-
ge. Waerme fliesst wie Wasser abwaerts, und folglich, ebenso wie
wir das Wasser des Sees hinabfliessen lassen koennen in das Meer,
sind wir auch in stande, die Waerme von der Oberflaeche der Erde nach
den ~~benachbarten~~ hohen, kalten Regionen ueber uns wandern zu lassen.
Waerme, gleichwie Wasser, kann beim hinabfliessen Arbeit verrichten,
und jeder Zweifel, den man hegte, dass vermittelst einer Thermosaeu-
le Energie aus dem Medium entzogen werden kann, wie vorhin beschrie-
ben, wuerde durch dieses Analogon beseitigt werden. Koennen wir
aber in einem gegebenen Teile des Raumes Kaelte erzeugen und die
Waerme veranlassen, bestaendig ^{dorthin} ~~hinabzu~~fließen? Die Erschaffung
eines solchen "Abflusses" oder "kalten Loches" im Medium, wie man
es nennen koennte, wuerde so viel bedeuten, als stellte man in dem

See einen Raum herum, der entweder leer, oder mit etwas viel leichterem als Wasser angefüllt ^{ist} ~~ist~~. Dies koennte man tun, ^{wenn} ~~indem~~ man einen Behaelter in dem See aufstellt und alles Wasser aus demselben herauspumpt ^{wird} ~~er~~. Wir wissen, dass dann das Wasser, wenn man es in den Behaelter zurueckfliessen liesse, theoretisch dieselbe Quantitaet Arbeit verrichten koennte, als beim Herauspumpen verbraucht wurde, aber nicht das geringste mehr. Folglich liesse sich durch dieses doppelte Verfahren, erst das Wasser zu heben und dann wieder fallen zu lassen, nichts gewinnen. Dies wuerde bedeuten, dass es unmoeglich ist, einen solchen Abfluss im Medium ^(Kunstliches) zu erzeugen. Aber denken wir einen Augenblick nach. Obgleich die Waerme gewissen allgemeinen Gesetzen der Mechanik folgt, wie eine Fluessigkeit, ist sie doch nicht eine solche; sie ist Energie, die sich beim Passieren von einem hohen nach einem niedrigen ^{Niveau} ~~Punkt~~ in andere Formen von Energie verwandeln laesst. Damit nun unsere mechanische Analogie vollstaendig und naturgetreu sei, muessen wir deshalb annehmen, dass das Wasser beim Zurueckfliessen in den Behaelter in etwas anderes verwandelt wird, etwas das man ohne, ^{oder} ~~ohne~~ doch mit sehr geringem Kraftaufwand herausnehmen kann. Wenn z. B. in diesem Analogon die Waerme durch das Wasser des Sees dargestellt ist, koennte der Sauerstoff und Wasserstoff, die das Wasser bilden, andere Formen von Energie vorstellen, in welche die Waerme transformiert wird bei ihrem Uebergang von ^{hoher zu niedriger Temperatur,} ~~Waerme zu Kaelte~~. Wenn der Process der Waermeumwandlung absolut vollkommen waere, so wuerde gar keine

Waerme auf dem unteren Niveau ankommen, weil sie gaenzlich in andere Formen von Energie verwandelt wuerde. Diesem idealen Falle entsprechend wuerde alles Wasser, welches in den Behaelter fliesst, sich in Sauerstoff und Wasserstoff zersetzen, ehe es am Boden ankaeme, und die Folge wuerde sein, dass das Wasser fortwaehrend hineinfluessen koennte, und der Behaelter dennoch gaenzlich leer bleiben wuerde, weil die sich bildenden Gase entweichen. So wuerde man durch den urspruenglichen Aufwand einer gewissen Arbeit einen Abfluss schaffen fuer die Waerme oder, beziehungsweise, das Wasser, ein Zustand, der es uns ermoeglichen wuerde, beliebige Mengen Energie ohne weitere Anstrengung zu erhalten. Dieses waere ein idealer Weg Triebkraft zu gewinnen. Wir kennen keinen so absolut vollkommenen Process der Waermeumwandlung, und folglich wird etwas Waerme gewoehnlich das niedrige Niveau erreichen, was in unserem mechanischen Analogon so viel bedeutet, dass etwas Wasser auf dem Boden des Behaelters ankornen und dass sich der letztere allmaehlich und langsam anfuellen wird, was bestaendiges Auspumpen benoetigt. Aber es ist klar, dass weniger herauszupumpen sein wird, als hineinfliesst, oder, mit anderen Worten, es wird zur Aufrechterhaltung des urspruenglichen Zustandes weniger Energie noetig sein als von dem Falle entwickelt wird, und dies bedeutet, dass etwas Energie vom Medium gewonnen werden wird. Was nicht beim Minabfluss verwandelt wird, kann genau mit seiner eigenen Energie gehoben werden,

und was verwandelt wird, ist reiner Gewinn. Die Wirkungskraft des
Prinzips, welches ich entdeckt habe, beruht gaenzlich auf der Um-
wandlung der Energie beim Abwaertsfließen.

Erste Versuche die selbsttätige Maschine zu erzeugen -
Der mechanische Oszillator - Arbeit Dyer's und Linde's - Flüssige
Luft.

Als ich diese Wahrheit erkannt hatte, begann ich Mittel
zu ersinnen, meine Idee auszuführen, und nach langen Denken ent-
warf ich endlich eine Kombination von Apparaten, die es möglich
machen sollte, Kraft vom Medium zu gewinnen durch ein Verfahren
fortwährender Abkühlung der atmosphärischen Luft. Dieser Appa-
rat hatte die Eigenschaft, durch beständige Verwandlung von Wärme in
mechanische Arbeit kälter und kälter zu werden, und wenn es mög-
lich war, auf diese Weise eine sehr niedrige Temperatur zu errei-
chen, dann konnte ein Abfluss fuer die Wärme erzeugt, und Energie
~~konnte~~ dem Medium entnommen werden. Dies schien den vorher erwach-
nenden Aussagen von Carnot und Lord Kelvin zu widersprechen, ich schloss
jedoch aus der Theorie des Verfahrens, dass ein solches Resultat er-
zielt werden konnte. Zu dieser Schlussfolgerung kam ich am Ende
des Jahres 1863, glaube ich, während ich in Paris war, und zu ei-
ner Zeit, als meine Gedanken mehr und mehr beherrscht wurden von
einer Erfindung, die ich während des vorhergehenden Jahres ent-
wickelt hatte und die seitdem als "magnetisches Drehfeld" bekannt
geworden ist. Während der paar folgenden Jahre baute ich den
Plan, den ich eronnen hatte, weiter aus und untersuchte die Ar-
beitsbedingungen, machte aber wenig Fortschritt. Die kommerzielle

Einführung der oben erwähnten Erfindung erforderte den grössten Anteil meiner Kräfte bis 1889, als ich die Idee der selbsttätigen Maschine wieder aufnahm. Aus einer nachherigen Untersuchung der involvierten Prinzipien und ^{aus} Berechnung^{en} ergab sich nun, dass das Resultat, welches ich erstrebte, mit gewöhnlicher Maschinerie nicht auf praktische Weise erreicht werden konnte, wie ich anfangs erwartet hatte. Dies führte mich, als nächsten Schritt, zu dem Studium einer allgemein mit dem Namen "Turbine" bezeichneten Maschinentype, die auch zuerst bessere Aussichten auf eine Verwirklichung der Idee zu gewahren schien. Bald fand ich jedoch, dass auch die Turbine nicht dazu geeignet war. Meine Schlussfolgerungen zeigten aber, dass, wenn eine Maschine besonderer Art zu einem hohen Grade der Vollkommenheit gebracht werden konnte, der von mir erdachte Plan ausführbar war, und ich beschloss, vorwärts zu gehen mit der Entwicklung einer solchen Maschine, deren Hauptzweck sein sollte, bei der Verwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie die höchste Oekonomie zu erzielen. Eine charakteristische Eigenschaft der Maschine war, dass der Arbeit-leistende Kolben mit nichts^a Verbindung ^{hatte}, sondern vollkommen frei mit ungeheurer Geschwindigkeit vibrieren konnte. Die mechanischen Schwierigkeiten, denen ich bei der Konstruktion dieser Maschine begegnete, waren grösser als ich vorausgesehen hatte, und mein Fortschritt war langsam. Diese Arbeit wurde fortgesetzt bis anfangs 1892, als ich nach London ging, wo ich Prof. Dewar's bewundernswürdige Experimente mit flüssi-

gen Gasen sah. Andere hatten vordem Gase verflüssigt, und besonders Osiewski und Piotet hatten fruchtbare bemerkenswerte Versuche in dieser Richtung angestellt, aber die Arbeit Dewar's war befruchtet von solch frischer Tatkraft, dass sogar das alte neu erschien. Seine Versuche zeigten, wenn auch auf ~~verschiedene~~^{andere} Weise als ich mir vorgestellt hatte, dass es möglich war, durch Verwandlung von Wärme in mechanische Arbeit eine sehr niedrige Temperatur zu erreichen, und ich kehrte zurück, ganz erfüllt von dem Gesehenen und mehr als je überzeugt, dass mein Plan ausführbar war. Die zeitweilig unterbrochene Arbeit wurde von neuem angegriffen, und bald hatte ich eine Maschine, welche ich den "mechanischen Oscillator" genannt habe, in ziemlich vollkommenen Zustande. Es gelang mir, in dieser Maschine alle ~~Liderungen~~^{Richtungen}, Ventile und Oelung abzuschaffen, und ein so schnelles Vibrieren des Kolbens zu erzeugen, dass ~~zarte~~ Stahlstangen, die an denselben befestigt und longitudinal bewegt wurden, auseinander gerissen wurden. Durch Verbindung dieser Maschine mit einer Dynamo ^{besonderer} Konstruktion erzeugte ich einen höchst ökonomischen elektrischen Generator~~et~~, der bei Messungen und der Bestimmung physischer Quantitäten unschätzbar ^{Kali} ist, weil man mittels desselben Oscillationen von unveränderlicher Zeitdauer erzeugen kann. Ich zeigte mehrere Typen dieser Maschine, genannt "mechanischer und elektrischer Oscillator" vor dem elektrischen Kongresse auf der Weltausstellung in Chicago im Sommer 1893 bei einem Vortrage, den ich anderer dringender Arbeit halber

nicht fuer Veroeffentlichung vorbereitet konnte. Bei jener Gelegenheit setzte ich die Prinzipien des mechanischen Oscillators auseinander, aber der urspruengliche Zweck dieser Maschine ist hier zum ersten Male erkluert.

In dem Verfahren zur Nutzernachung der Energie des unbeweglichen Mediums, wie ich es anfaenglich ausgedacht hatte, waren funf wesentliche Elemente vereinigt, und jedes musste neu entworfen und vervollkommen werden, da keine solche Maschinen existierten. Der mechanische Oscillator war das erste Element dieser Kombination, und nachdem ich dieses vervollkommen hatte, wandte ich mich dem naechsten zu, einem LuftKompressor, der in seiner Konstruktion in gewissen Beziehungen dem mechanischen Oscillator gleich. Aehnliche Schwierigkeiten in der Herstellung wurden auch hier angetroffen, aber die Arbeit wurde kraeftig vorwaerts getrieben, und am Ende des Jahres 1894 hatte ich diese beiden Elemente der Kombination vollendet und so einen Apparat erzeugt, der Luft bis auf irgend einen gewuenschten Druck komprimieren konnte, und unvergleichlich einfacher, kleiner und oekonomischer war als die gewoehnlichen Luftkompressoren. Ich hatte soeben begonnen, an dem dritten Elemente zu arbeiten, welches mit den zwei ersten zusammen eine Gefriermaschine von ausserordentlichem Nutzeffekt und Einfachheit geben sollte, als mir das Ungluock widerfuhr, dass mein Laboratorium den Flammen zum Opfer fiel, was meine Arbeiten verstuempelte und verzogerte.

Kurz nachher zeigte Dr. Carl Linde sein Selbstkühlungsverfahren zur Verflüssigung der Luft an, dadurch beweisend, dass es möglich war, mit der Abkühlung fortzufahren, bis Verflüssigung der Luft stattfand. Dies war der einzige experimentelle Beweis, dessen ich noch bedurfte, dass auf der von mir beabsichtigten Weise Energie vom Medium gewonnen werden konnte.

Die Verflüssigung der Luft durch ein Selbstkühlungsverfahren war nicht, wie man allgemein glaubt, eine zufällige Entdeckung, sondern ein wissenschaftliches Resultat, welches nicht mehr lange hätte ausbleiben können, und welches in aller Wahrscheinlichkeit Devar nicht entgangen wäre. Dieser bezaubernde Fortschritt, als ich, ist in grossem Masse der gewältigen Arbeit dieses grossen Schotten zu verdanken. Nichtsdestoweniger ist die Freundschaft Linde's eine unsterbliche. Die Herstellung flüssiger Luft ist in Deutschland seit vier Jahren betrieben worden, auf viel grösserem Massstabe als in irgend einem anderen Lande, und dieses merkwürdige Produkt ist zu vielen Zwecken verwendet worden. Anfangs erwartete man viel von demselben, aber bisher ist es ein industrieller ignis fatuus gewesen. Durch Anwendung solcher Maschinen wie ich ^{sie} ausbilde werden sich wahrscheinlich seine Kosten sehr vermindern, aber sogar dann wird sein kommerzieller Erfolg fraglich sein. Als Gefriermittel ist es unökonomisch, weil seine Temperatur unnötig niedrig ist. Es ist eben so kostspielig, einen Koer-

per auf sehr niedriger als auf sehr hoher Temperatur zu erhalten;
es ist Kohle ~~erfordert~~, um die Luft kalt zu halten. Zur Herstellung
von Sauerstoff kann es noch nicht mit der elektrolytischen Methode
konkurrieren. Als Sprengstoff eignet es sich nicht, weil seine
niedrige Temperatur es wiederum zu geringem Nutzeffekt verurteilt,
und zu Triebkraftzwecken ist sein Preis bei weitem zu hoch. Inter-
essant ist es jedoch zu bemerken, dass beim Betreiben einer Maschi-
ne mit flüssiger Luft eine gewisse Menge Energie von der Maschine
gewonnen werden kann, oder, anders ausgedrückt, von dem umgebenden
Medium, welches die Maschine warm hält, indem je zweihundert Pfund
Gusseisen derselben Energie von einer effektiven Pferdekraft in der
Stunde zuzuführen. Aber dieser Gewinn des ^{Motors} ~~Werkzeuges~~ wird durch
einen gleichgrossen Verlust des Erzeugers ausgeglichen.

Es ist noch viel zu tun an dieser Aufgabe, an welcher
ich so lange gearbeitet habe. Eine Anzahl mechanischer Details
müssen noch vervollkommen und einige Schwierigkeiten anderer Na-
tur überwunden werden, und ich kann nicht hoffen, eine selbst-
tätige, Energie aus dem Medium ziehende Maschine zu erzeugen, ehe
noch eine gewisse Zeit verflossen ist, sogar wenn alle meine Erwar-
tungen sich verwirklichen sollten. Viele Umstände sind aufgetre-
ten, die in der letzten Zeit meine Arbeit verzögert haben, aber
aus verschiedenen Gründen war diese Verzögerung vorteilhaft.

Einer dieser Gründe war, dass ich reichlich Zeit hatte,

daneben nachzudenken, was ^{schliesslichen} ~~die~~ ~~enthaltenen~~ Möglichkeiten dieser
Entwicklung sein könnten. Eine lange Zeit arbeitete ich mit der
festen Überzeugung, dass die praktische Verwirklichung dieser Me-
thode Energie von der Sonne zu erhalten von unberechenbaren indu-
striellen Werte sein würde, aber fortgesetztes Studium des Gegen-
standes enthüllte die Tatsache, dass, ^{höchst} ~~obwohl~~ ^{commercially} sie geschäftlich
^{profitabel} einträglich sein wird, wenn meine Erwartungen wol begründet sind,
dies doch nicht in ausserordentlichem Masse der Fall sein wird.

Entdeckung unerwarteter Eigenschaften der Atmosphäre -
Unerwartende Versuche - Übertragung elektrischer Energie durch
einen Draht ohne Zweckleitung - Übertragung durch die Erde ohne
jeden Draht.

Noch einer dieser Gründe war, dass ich veranlasst wurde
zu erkennen, die Übertragung elektrischer Energie auf beliebige
Entfernung durch die Media sei bei weitem die beste Lösung des
grossen Problems, die Energie der Sonne zum Gebrauche des Menschen
auszunutzen. Eine lange Zeit war ich überzeugt, dass eine solche
Übertragung in industriellen Masssstabe nicht bewerkstelligt wer-
den könnte, aber eine Entdeckung die ich machte änderte meine
Ansicht. Ich beobachtete, dass die Atmosphäre, die unter normalen
Zuständen ein hoher Isolator ist, unter gewissen Bedingungen lei-
tende Eigenschaften annimmt und so geeignet wird, beliebige Mengen
elektrischer Energie fortzuleiten. Aber die Schwierigkeiten, die
einer praktischen Verwertung dieser Entdeckung zum Zwecke der Über-
tragung elektrischer Energie im Wege standen, schienen unüber-
windlich. Elektrische Spannungen von Millionen von Volt mussten
erzeugt und gehandhabt werden; Generatoren neuer Art, imstande die
ungeheuren elektrischen Kraftausserungen auszuhalten, mussten er-
funden und vervollkommenet werden, und vollständige Sicherheit ge-
gen die Gefahren des Hochspannungsstromes musste in dem System er-
reicht werden, bevor auch nur an seine praktische Einführung ge-

dacht werden konnte. All^{das} ~~dieses~~ liess sich nicht (tun) in ein Paar Wochen oder Monaten, oder gar Jahren. Die Arbeit erforderte Geduld und bestaendige Hingabe, aber Verbesserungen kamen, wenn auch langsam. Andere Resultate wurden jedoch im Laufe dieser lang fortgesetzten Arbeit erreicht, und ich werde versuchen, eine kurze Beschreibung von denselben zu geben, indem ich die hauptsaechlichsten Fortschritte aufzuehle in der Reihenfolge, in welcher sie gemacht wurden.

Die Entdeckung der leitenden Eigenschaften der Luft, obgleich unerwartet, war nur ein natuerliches Resultat von Experimenten auf einen besonderen Felde, die ich seit mehreren Jahren vordem betrieben hatte. Es war, glaube ich, im Jahre 1889, als gewisse Moeglichkeiten, welche von ausserordentlich schnellen elektrischen Schwingungen geboten wurden, mich bewogen, eine Anzahl spezieller, zu ihrer Untersuchung geeigneter Maschinen zu entwerfen. Der eigenartigen Erfordernisse wegen war die Konstruktion dieser Maschinen sehr schwierig und nahm viel Zeit und Muhe in Anspruch; aber meine Arbeit an denselben wurde reichlich belohnt, denn ich erzielte durch sie mehrere neue und wichtige Resultate. Eine der ersten Beobachtungen, die ich mit diesen neuen Maschinen machte war, dass elektrische Schwingungen von ungemein hoher Wechselzahl in ausserordentlicher Weise auf den menschlichen Organismus wirken. So z. B. bewies ich, dass kraefftige elektrischen Entladungen von mehreren

hundert tausend Volt, die zu jener Zeit fuer absolut toetlich gehalten wurden, ohne Unbehaelligkeit oder schaedliche Folgen durch den Koerper gesandt werden konnten. Diese Schwingungen erzeugten noch andere spezifische physiologische Wirkungen, die nach meiner Bekanntmachung eifrig von erfahrenen Aerzten aufgenommen und weiter untersucht wurden. Dieses neue Gebiet hat sich ueber alle Erwartung fruchtbar erwiesen, und in den wenigen Jahren, die seitdem verflossen sind, ist es bis zu einem solchen Grade entwickelt worden, dass es heute eine legitime und wichtige Abteilung der medizinischen Wissenschaft bildet. Viele Resultate, die zu jener Zeit fuer unmoeglich gehalten wurden, sind jetzt mit diesen Schwingungen leicht erreichbar, und viele Experimente, von denen man damals nicht traemte, sind vermoege derselben leicht ausfuehrbar. Mit Vergnuegen denke ich noch daran zurueck, wie ich vor neun Jahren vor einer wissenschaftlichen Versammlung die Entladung einer kraeftigen Induktionspule durch meinen Koerper sandte, um die vermaeltnismaessige Harmlosigkeit schnell schwingender elektrischer Stroeme zu beweisen, und ich kann mich noch an das Erstaunen meiner Zuhorerer erinnern. Ich wuerde es jetzt unternehmen, mit viel weniger Besorgnis als ich ^{sel} bei jenem Experimente hatte, mit solchen Stroemen die gesamte der ~~judizix~~ gegenwaertig an Niagara arbeitenden Dynamen - vierzig oder fuenfzig tausend Pferdekraft - durch meinen Koerper zu uebertragen. Ich habe Schwingungen von solcher Intensitaet erzeugt, dass, wenn sie durch meine Arme und Brust zirkulierten, sie

die Drahte zerschmelzen, die meine Haende verbanden, und doch habe ich keine Unannehmlichkeit verspurt. Ich habe mit diesen Schwingungen eine Schleife aus dickem Kupferdraht so stark geladen, dass metallische Massen, und sogar Gegenstande von spezifisch hohem Widerstande als das menschliche Gewebe, wenn in die Nahe der Schleife gebracht oder in dieselbe gestellt, auf eine hohe Temperatur erwarmt wurden und schmolzen, oft mit der Heftigkeit einer Explosion, und doch habe ich in demselben Raum, wo dieser furchtbar zerstorende Aufruhr stattfand, wiederholt meinen Kopf gesteckt ohne irgend etwas zu fuhlen oder schadhafte Nachwirkungen zu erleiden.

Noch eine Beobachtung war, dass vermittels solcher Schwingungen Licht auf eine neue und oekonomischere Weise erzeugt werden konnte, und sie versprach zu einem idealen System elektrischer Beleuchtung mit Vakuumrohren zu fuhren, indem sie die Notwendigkeit der Erneuerung der Lampen oder Gluhkorper, und moeglicherweise auch den Gebrauch von Drahten im Innern der Gebaude bescitigte. Der Nutzeffekt dieses Lichtes steigt in Verhaeltnis zur Schnelligkeit der Oscillationen, und sein kommerzieller Erfolg hangt deshalb ab von der oekonomischen Erzeugung elektrischer Schwingungen aeusserster Geschwindigkeit. In dieser Richtung habe ich in der letzten Zeit erfreulichen Erfolg gehabt, und die praktische Einfuehrung dieses neuen Beleuchtungssystems ist nicht mehr

fern.

Die Forschungen fuchrt zu vielen anderen, wertvollen Beobachtungen und Resultaten; einer der wichtigeren war der Beweis, dass es moeglich ist, elektrische Energie durch einen Draht, ohne Rueckleitung, zu liefern. Anfangs konnte ich auf diese neue Weise nur eine kleine Menge elektrischer Energie uebertragen, aber auch auf diesem Gebiete sind meine Anstrengungen mit aehnlichen Erfolge belohnt worden.

Die Photographie in Fig. 5 illustriert, wie die sie begleitende Erlaeuterung erklart, eine wirkliche Uebertragung dieser Art, ausgefuehrt mit Apparaten, die auch zu den anderen hier beschriebenen Experimenten benutzt wurden. Bis zu welchem Grade der Vollkommenheit die Vorrichtungen seit meinen ersten Demonstrationen vor einem wissenschaftlichen Vereine im Anfange des Jahres 1891 gebracht worden sind, damals als meine Apparate kaum instande waren, eine Lampe zu erleuchten (ein Resultat, das als wunderbar angesehen wurde) wird klar sein, wenn ich sage, dass es mir jetzt keine Schwierigkeiten bereitet, auf diese Weise vier bis funf hundert Lampen zu erleuchten, und dass ich eine noch viel groessere Anzahl erleuchten koennte. In der That, die Energiemenge, die so zum Betriebe irgend einer elektrischen Vorrichtung geliefert werden kann ist unbegrenzt.

Nachdem ich die Moeglichkeit dieser Uebertragungsmethode bezeugen konnte, kam mir natuerlich der Gedanke, die Erde als Leiter zu verwenden und so alle Drahte abzuschaffen. Was auch die Fluetigkeit sein mag, es ist eine Tatsache, dass sie sich

wie eine unauflösliche Flüssigkeit verhält, und dass die Erde als ein ungeheures Reservoir von Elektrizität angesehen werden darf, die, glaube ich, durch eine richtig entworfene Maschine auf effektive Weise aus dem Gleichgewichtszustand gebracht werden konnte. Dergemäss war mein nächstes Streben darauf gerichtet, einen besonderen Apparat zu vervollkommen, der zur Erzeugung einer Steuerung der Elektrizität in der Erde höchst wirksam sein würde. Der Fortschritt in dieser neuen Richtung war notwendigerweise langsam und die Arbeit entmutigend, bis es mir endlich gelang, eine neue Art von Transformatoren oder Induktionsspulen zu vervollkommen, die sich besonders fuer diesen speziellen Zweck eignen. Dass es möglich ist, auf diese Weise nicht nur winzige Energiemengen zur Betätigung empfindlicher elektrischer Vorrichtungen, wie ich anfänglich beabsichtigte, sondern auch elektrische Energie in grosseren Mengen zu uebertragen, wird aus einer Betrachtung der Figur 4 hervorgehen, die ein wirkliches, mit denselben Apparate verrichtetes Experiment dieser Art darstellt. Das erzielte Resultat war um so bemerkenswerter, da das obere Ende der Spule nicht mit einem Drahte oder einer Platte zur Erhöhung des Effekts verbunden war.

"Drahtlose" Telegraphie - Das Geheimnis der Abstimmung -
Instrumente in den Hertz'schen Versuchen - Ein Empfänger von wunder-
barer Empfindlichkeit.

Das erste Resultat meiner Versuche auf diesem letzteren
Gebiete war ein System der Telegraphie ohne Draht, welches ich in
zwei wissenschaftlichen Vorträgen im Februar und März 1893 be-
schrieben habe. In Schema c ist es mechanisch dargestellt. Der
obere Teil zeigt die elektrische Einrichtung, wie ich sie damals
beschrieb, während der untere Teil das mechanische Analogon illu-
striert. Das System beruht auf ausserordentlich einfachen Grund-
sätzen. Man denke sich zwei Stimmgabeln F F¹, eine auf der Sende-
station und die andere ~~bestimmte~~ auf der Empfängerstation,
und an die untere Zinke einer jeden einen winzigen Kolben befestigt,
der in einen Cylinder ^{paast}. Beide Cylinder stehen in Verbindung mit
einem grossen Reservoir R mit elastischen Wänden, welches als ge-
schlossen und mit einer leichten, unzusammendruckbaren Flüssig-
keit angefüllt zu denken ist. Durch wiederholtes Anschlagen einer
der Zinken der Stimmgabel F wurde der kleine Kolben p unten in
Schwingung versetzt werden, und die Schwingungen, durch die Flues-
sigkeit uebertragen, wurden die entfernte Gabel F¹ erreichen, die
auf Gabel F oder, mit anderen Worten, auf dieselbe Note als diese
"abgestimmt" ist. Die Gabel F¹ wurde nun in Schwingung gesetzt

werden, und ihre Schwingungen werden durch die fortgesetzte Wirkung der Gabel F verstärkt werden, bis ihre obere Zinke, weit hinaus schwingend, elektrische Verbindung machen wurde mit einem festen Kontakt c" und so irgend welche elektrische oder andere Apparate, die zur Registrierung der Signale dienen können, in Tätigkeit ^{würde} setzen. Auf diese einfache Weise könnten Botschaften zwischen zwei Stationen ausgetauscht werden, indem auch in der Nähe der oberen Zinke der Gabel F ein ähnlicher Kontakt c' angebracht wurde, sodass der Apparat auf jeder Station abwechselnd als Empfänger und Sender benutzt werden könnte.

Das in der oberen Figur von Schema c illustrierte elektrische System ist genau dasselbe; die zwei Drahte oder Stromkreise $F \ S \ P$ und $F' \ S' \ P'$, die vertikal in die Höhe gehen, treten an die Stelle der beiden Stimmgabeln mit den daran befestigten Kolben. Diese Stromkreise sind mit der Erde verbunden durch die Platten $F \ F'$ und mit zwei erhöhten Metallflächen $P \ P'$, welche Elektrizität aufspeichern und so bedeutend die Wirkung erhöhen. Das geschlossene Reservoir mit elastischen Wänden wird in diesem Falle durch die Erde vertreten, und die Flüssigkeit durch Elektrizität. Beide Stromkreise sind "abgestimmt" und funktionieren genau wie die zwei Stimmgabeln. Anstatt auf der Sendestation die Gabel F anzuschlagen, werden in dem vertikalen Send- oder Übertragungsdrahte elektrische Schwingungen erzeugt, wie z. B. durch die Tätigkeit

elektrische Schwingungen erzeugt
 einer in diesen Draht eingeschlossenen Quelle S , welche sich durch
 die Erde verbreiten, ~~und~~ den fernen vertikalen Empfangs Draht
 $pl\ S^1\ pl$ erreichen und in demselben entsprechende elektrische
 Schwingungen erregen. In letzterem Draht ist eine empfindlicher
 Vorrichtung ^{S^1} ~~oder~~ Empfänger ^{genannt} S^1 eingeschlossen, der so in Tactigkeit
 gesetzt wird und ein Relai oder anderes Instrument in Betrieb bringt.
 Jede Station ist natürlich sowohl mit einer Quelle elektrischer
 Schwingungen ^{S} als auch mit einem empfindlichen Empfänger S^1 verse-
 hen, und es wird eine einfache Vorrichtung getroffen, um jeden der
 beiden Drahte abwechselnd zum Senden und Empfangen von Depeschen
 zu gebrauchen.

Die genaue Abstimmung der beiden Stromkreise gewährt
 grosse Vorteile und ist in der That von wesentlicher Bedeutung bei
 der praktischen Verwendung des Systems. Es existieren in dieser
 Beziehung viele populäre Irrthümer, und in den technischen Berich-
 ten ueber diesen Gegenstand werden, in der Regel, Stromkreise und
 Vorrichtungen als diese Vorzüge besitzend beschrieben, wenn aus
 ihrer Beschaffenheit gerade klar hervorgeht, dass dies unmöglich
 ist. Zur Erzielung der besten Resultate ist es wesentlich, dass
 die Laenge eines jeden Drahtes oder Stromkreises, von der Erdver-
 bindung bis an das obere Ende, einer Viertel-Wellenlaenge der elek-
 trischen Schwingung in dem Drahte gleich sei, oder sonst gleich
 jener Laenge multipliziert mit einer ungeraden Zahl. Ohne die Be-

beobachtung dieser Regel ist es tatsächlich unmöglich, Interferenz der Botschaften zu verhindern oder ihre Geheimhaltung zu sichern. Darin besteht das Geheimnis der Abstimmung. Um die allerbesten Resultate zu erlangen ist es jedoch notwendig, zu elektrischen Schwingungen niedriger Frequenz Zuflucht zu nehmen. Mit dem allgemein von Forschern angewandten Hertz'schen Funkenapparate, der Oscillationen sehr hoher Frequenz erzeugt, ist eine wirksame Abstimmung nicht möglich, und geringe Störungen reichen hin, um eine Auswechselung von Depeschen unmöglich zu machen. Aber wissenschaftlich entworfene, zweckmaessige Vorrichtungen gestatten ein fast vollkommenes Adjustieren. Ein Experiment, welches mit dem wiederholt erwähnten verbesserten Apparate angestellt und dazu bestimmt war, von dieser Eigenschaft eine Vorstellung zu geben, ist in Fig. 3 illustriert, wie durch den ihr beigefügten Text hinlänglich erläutert ist.

Seitdem ich diese einfachen Grundsätze der Telegraphie ohne Drahts beschrieb, habe ich oft Gelegenheit gehabt zu bemerken, dass die identischen Mittel und Elemente in dem offenbaren Glauben gebraucht worden sind, die Signale werden durch Hertz'sche Strahlungen auf beträchtliche Entfernungen uebertragen. Dieses ist nur eines der Missverständnisse, zu denen die Forschungen des leider so früh verstorbenen Physikers Anlass gegeben haben. Vor etwa drei und dreissig Jahren entwickelte Maxwell, ein von Faraday im Jahre 1845 gemachtes Experiment verfolgend, eine ideal einfache Theorie, welche

Licht, strahlende Waerme und elektrische Phaenomena eng verband,
indem sie alle ~~erklärte~~ als ~~hervorgehend~~ von Schwingungen einer hy-
pothetischen Fluessigkeit von unbegreiflicher Feinheit, genannt, ^{Äther} ~~genannt~~, ^{hervührend erklärte.}
~~Aether~~. Ein experimenteller Beweis wurde nicht erreicht bis Hertz,
auf Anregung von Helmholtz, eine Reihe von Experimenten zu diesem
Zwecke unternahm. Hertz ging mit ausserordentlichem Geist und Ein-
sicht zu Werke, widmete jedoch der Vervollkommenung seiner altmodi-
schen Apparate wenig Aufmerksamkeit. Die Folge davon war, dass er
verfehlte zu beobachten, welche wichtige Rolle die Luft bei
seinen Experimenten spielte, wie ich später entdeckte. Ich wie-
derholte seine Versuche und als ich andere Resultate erreichte,
wagte ich es, auf dieses Versehen hinzuweisen. Die Kraft der von
Hertz aufgestellten Beweise zur Unterstützung der Maxwell'schen
Theorie beruhte auf der richtigen Abschätzung der Schwingungsdauer
der Stromkreise, die er gebrauchte. Aber ich stellte fest, dass er
nicht Schwingungen von solcher Dauer, wie er vermeintlich bekam,
hätte erhalten koennen. Die Schwingungen sind bei Apparaten iden-
tisch mit denen, die er anwandte, in der Regel viel langsamer, was
von der Gegenwart der Luft herrührt, die auf einen schnell schwin-
genden elektrischen Stromkreis hoher Spannung eine dämpfende Wir-
kung ausübt, wie eine Fluessigkeit auf eine vibrierende Stimmgabel.
Ich habe seit der Zeit jedoch noch Gründe fuer andere Fehler ent-
deckt, und ich habe schon lange aufgehört, seine Resultate als

experimentellen Beweis der poetischen Auffassungen Maxwell's zu anzusehen. Die Arbeit des grossen deutschen Physikers hat (gewirkt) als ein mächtiger Sporn fuer elektrische Forschung in der Neuzeit, hat aber gleichfalls durch seinen Zauber den wissenschaftlichen Geist gewissermassen gelächmt und so selbstaendige Forschung verhindert. Jedes neu entdeckte Phaenomenon wurde der Theorie angepasst, und die Wahrheit ist so sehr oft entstellt worden.

Als ich dieses System der Telegraphie bekannt machte, herrschte in meinem Geiste die Idee vor, Verbindung auf jede Entfernung durch die Erde oder das umgebende Medium zustande zu bringen, denn ich hielt ein solches praktisches Ergebnis fuer ueber alle Maassen wichtig, hauptsaechlich wegen der moralischen Wirkung, die es in der ganzen Welt erzeugen musste. Als ersten Versuch zu diesem Zwecke schlug ich zu jener Zeit die Anwendung von Relaisstationen mit abgestimmten Stromkreisen vor, in der Hoffnung, so das Signalisieren auf weite Entfernungen, sogar mit den mir damals zur Veruegung stehenden maessig kraefftigen Apparaten moeglich zu machen. Ich war jedoch ueberzeugt, dass mit zweckmaessig entworfenen Maschinen Signale nach irgend einem Punkte der Erde uebertragen werden konnten, welches auch immer die Entfernung sei, ohne die Notwendigkeit solche Zwischenstationen zu verwenden. Ich gewann diese Ueberzeugung durch die Entdeckung eines seltsamen elektrischen Phaenomens, welches ich anfangs 1892 ~~bessentlich~~, in Vortraegen

Beschreibung

gehalten vor wissenschaftlichen Vereinen in Europa, und welches ich "rotirendes Lichtbueschel" genannt habe. Es ist dies ein Lichtbueschel, das sich unter gewissen Bedingungen in einer Vakuumbirne bildet, und welches gegen magnetische und elektrische Einflüsse eine Empfindlichkeit besitzt, die ~~so zu sagen~~ an das Uebernatuerliche grenzt. Dieses Lichtbueschel wird durch den Magnetismus der Erde mit grosser Geschwindigkeit, bis ~~auf~~ ^{unseren} zwanzig tausend mal in der Sekunde, rotiert; in ~~diesen~~ Gegenden dreht es sich in entgegengesetzter Richtung als ~~es~~ auf der suedlichen Hemisphaere ~~zu stehen~~, waehrend es sich in der Nachbarschaft des magnetischen Aequators gar nicht drehen sollte. In seinem empfindlichsten Zustande, welcher schwer zu erreichen ist, spricht es bis zu einem fast unglaublichen Grade auf elektrische oder magnetische Einflüsse an. Das blosses Steifmachen der Armmuskeln des in einiger Entfernung stehenden Beobachters und die daraus entstehende geringe elektrische Veraenderung in seinem Koerper macht auf dasselbe einen merklichen Eindruck. In diesem hoechst empfindlichen Zustande vermag es, die geringsten in der Erde stattfindenden elektrischen oder magnetischen Aenderungen anzudeuten. Die Beobachtung dieses wunderbaren Phaenomenons staerkte in mir maechtig das Gefuehl, dass mit seiner Huelfe Verstaendigung auf irgend eine Entfernung leicht bewerkstelligt werden konnte, vorausgesehen ein Apparat konnte vervollkommenet werden, der in stande war, in dem elektrischen oder magnetischen

Zustande der Erdkugel oder des umgebenden Mediums eine Acnerung,
und sei sie auch noch so gering, hervorzurufen.

Entwicklung eines neuen Prinzips - Der elektrische
Oscillator - Erzeugung ungeheurer elektrischer Bewegungen - Die
Erde antwortet dem Menschen - ^{Communication interplanetaire} Verständigung zwischen Planeten
nun wahrscheinlich.

Ich beschloss, mein ganzes Streben dieser verwegenen Auf-
gabe zuzuwenden, obgleich sie grosse Opfer erforderte, denn die
Schwierigkeiten, welche überwunden werden mussten waren derart,
dass ich sie nur nach jahrelanger Arbeit zu lösen hoffen durfte.
Dies bedeutete Verzögerung anderer Arbeit, der ich mich mit Vor-
liebe gewidmet hatte, aber ich kam zu der Ueberzeugung, dass ich
meine Kräfte nicht zu besserem Nutzen verwenden konnte; denn ich
erkannte, dass ein ^{effizienter} zweckdienlicher Apparat zur Erzeugung elektri-
scher Schwingungen, wie er zu diesem besonderen Vorhaben nothig war,
auch der Schlüssel ^(war) zur Lösung anderer höchst wichtiger elek-
trischer und, in der That, menschlicher Probleme. Nicht nur war
Verkehr ohne Draht auf jede Entfernung vermittels desselben mög-
lich, sondern auch die Uebertragung von Energie in grossen Mengen,
das Verbrennen atmosphärischen Stickstoffes, die Erzeugung eines
ökonomischen Beleuchtungsmittels und viele andere Resultate von
unschätzbarem wissenschaftlichen und industriellem Werte. Endlich
hatte ich jedoch die Genugthuung, die unternommene Aufgabe ~~zu voll-~~
enden durch Anwendung eines neuen Prinzips, dessen Wirkungskraft
auf den wunderbaren Eigenschaften des elektrischen Kondensators be-

ruht. Eine derselben ist, dass er seine aufgespeicherte Energie in unbegreiflich kurzer Zeit entladen oder explodieren kann. Infolge dessen giebt es nichts, was der Gewalt seiner Explosion gleichkommt. Die Explosion von Dynamit ist nur wie der Atem eines Schwindsuechtigen im Vergleich zu seiner Entladung. Vermoegen desselben kann man den staerksten Strom, die hoechste elektrische Spannung, den groessten Aufruhr im Medium erzeugen. Noch eine seiner Eigenschaften von gleichgrossem Werte ist, dass seine Entladung mit beliebiger Geschwindigkeit, bis zu vielen Millionen Malen in der Sekunde, vibrieren kann.

Ich hatte in den auf andere Weisen erreichbaren Geschwindigkeiten die Grenze erreicht, als ich auf den gluecklichen Einfall kam, zu dem Kondensator Zuflucht zu nehmen. Ich richtete ein solches Instrument so ein, dass es in schneller Aufeinanderfolge abwechselnd geladen und entladen wurde durch eine Spule mit einigen Windungen dicken Drahtes, welcher die Primare eines Transformators oder einer Inductionsspule bildete. Jedes Mal, wenn der Kondensator entladen wurde, zitterte der Strom in dem Primardrahte und induzierte entsprechende Oscillationen in dem sekundaeren. So wurde, nach neuen Prinzipien, ein Transformator oder Induktorium entwickelt, von mir "der elektrische Oscillator" genannt, welcher teilnimmt an jenen eigenartigen Qualitaeten, die den Kondensator charakterisieren und uns gestattet Resultate zu erzielen, die mit andern Mitteln unmoeglich sind. Elektrische Effekte von beliebigem Charakter

und von unermesslicher Intensitaet lassen sich nun leicht (erzeugen) mit vervollkommenen Apparaten dieser Art, die schon haeufig erwacht wurden und deren wesentliche Bestandteile in Figur 6 gezeigt sind. Fuer gewisse Zwecke ist ein starker Induktionseffekt notwendig; fuer andere die groesstmoeglichste Ploetzlichkeit; fuer noch andere eine aussergewoehnlich schnelle Schwingung oder ausserordentlich hohe Spannung; waehrend fuer gewisse andere ^{Zwecke} ~~Verhaeltnisse~~ ungeheure elektrische Bewegungen noetig sind. Die Photographien von Experimenten in Figur 7, 8, 9 und 10 moegen dazu dienen, einige dieser Eigenschaften zu illustrieren und eine Idee ^{zu geben} ~~zu gewaechen~~ von der Groesse der Effekte, die tatsaechlich erzeugt wurden. Die Vollstaendigkeit der unterschritten der Abbildungen macht ihre weitere Beschreibung unnoetig.

Wie ausserordentlich die gewoegten Resultate auch erscheinen moegen, so sind sie doch nur geringfaellig im Vergleich mit denen, die mit Apparaten, entworfen nach diesen selbigen Grundsuetzen, erreichbar sind. Ich habe elektrische Entladungen erzeugt, deren wirklicher Pfad, von Ende bis Ende, waerscheinlich laenger als hundert Fuss war; aber es wuerde nicht schwierig sein, hundert mal so lange Entladungen zu erreichen. Ich habe elektrische Bewegungen erzeugt, die annaehernd hundert tausend Pferdestaerken erreichten, aber Bewegungen von einer, fuenf oder zehn Millionen Pferdestaerken sind leicht moeglich. In diesen Experimenten wurden Effekte her-

unvergleichlich
vergerufen ^Vgrosser als je von Menschenhand erzeugt worden sind,
und doch sind diese Resultate nur der Keim dessen, ~~was~~ werden
soll.

Dass Verkehr ohne Drahte mit irgend einem Punkte der Erde
mittels solcher Apparate möglich ist, dürfte wol keinen Beweis
erfordern, aber eine Entdeckung, die ich machte, lieferte mir davon
absolute Gewissheit. Populär erklärt, ist sie genau wie folgt:
Wenn wir unsere Stimme erheben und hören ein Echo antworten, dann
wissen wir, dass der Schall unserer Stimme eine ferne Wand oder
Begrenzung erreicht haben und von dort reflektiert worden sein
muss. Eben so wie der Schall wird auch eine elektrische Welle re-
flektiert, und einen gleichen Beweis, wie das Echo, liefert ein
elektrisches Phaenomenon, welches als eine "stehende Welle" bekannt
ist - das heisst, eine Welle mit ~~festen Knoten- und Bauchpunkten~~
Anstatt Schallschwingungen nach einer fernen Wand zu senden, habe
ich elektrische Schwingungen nach den fernen Grenzen der Erde ge-
sendt, und anstatt der Wand hat die Erde geantwortet. Statt eines
Echos habe ich eine stehende elektrische Welle erhalten, eine Welle,
die aus weiter Ferne reflektiert wurde.

Stehende Wellen in der Erde bedeuten mehr, als blosse
Telegraphie ohne Draht auf jede Entfernung. Sie werden uns in stand
setzen, viele wichtige spezifische Resultate zu erzielen, die sonst
unmöglich sind. So z. B. können wir vermöge derselben von einer

Sendestation aus in irgend einer besonderen Gegend der Erdoberfläche nach Belieben eine elektrische Wirkung erzeugen; wir können die relative Lage oder den Kurs eines sich bewegenden Gegenstandes, wie eines Schiffes auf der See, feststellen, sowie auch die Entfernung, welche es zurücklegt, oder seine Geschwindigkeit; oder wir können eine Elektrizitätswelle mit beliebiger Schnelligkeit über die Erde wandern lassen, vom Gang einer Schildkröte bis Blitzesschnelle.

Mit diesen Entwicklungen haben wir guten Grund zu erwarten, dass in nicht sehr ferner Zeit die meisten telegraphischen Depeschen über die Seen ohne Kabel werden übertragen werden. Für kurze Entfernungen brauchen wir ein "drahtloses" Telefon, welches keine erfahrenen Wärter benützt. Je grösser die zu überbrückenden Räume sind, desto rationeller wird der Verkehr ohne Drähte. Das Kabel ist nicht nur ein leicht beschädigtes und kostbares Instrument, sondern es beschränkt uns auch in der Geschwindigkeit der Übertragung wegen einer gewissen Eigenschaft, die mit seiner Konstruktion untrennbar verbunden ist. Eine richtig entworfene Anlage für drahtlosen Verkehr sollte eine viele Male so grosse Arbeitsfähigkeit besitzen als ein Kabel, während sie mit unvergleichlich geringerem Kostenaufwand verbunden sein wird. Es wird nicht lange dauern, glaube ich, ehe der Verkehr mittels Kabel ^{aufgegeben} ~~aufgegeben~~ werden wird, und das Signalisieren nach dieser neuen Methode wird nicht nur schneller und billiger ~~sein~~, son-

dem auch viel sicherer. Die Anwendung neuer Mittel zur Absonderung der Deneschen, welche ich ersonnen habe, gewahrt eine fast vollkommene Geheimhaltung.

Bisher habe ich obige Effekte nur auf die geringe Entfernung von etwa sechs hundert Meilen beobachtet, da aber die Kraft der Schwingungen, die mit einem solchen Oscillator erzeugt werden koennen, tatsaechlich keine Grenzen hat, bin ich von dem Erfolg einer solchen Anlage zur Herstellung transatlantischen Verkehrs voellig ueberzeugt. Und dies ist nicht alles. Meine Messungen und Berechnungen haben gezeigt, dass es vollkommen moeglich ist, durch Anwendung dieser Prinzipien auf unserer Erdoegel eine elektrische Bewegung von solcher Macht zu erzeugen, dass ohne den geringsten Zweifel ihr Effekt auf einigen der naecheren Planeten, wie Venus oder Mars, wahrnehmbar sein wuerde. Also ist aus der blossen Moeglichkeit eines interplanetarischen Verkehrs eine Wahrscheinlichkeit geworden. Dass wir auf einem dieser Planeten einen entschiedenen Effekt erzeugen koennen (auf diese neue Weise), naemlich durch die Steuerung des elektrischen Zustandes der Erde, ist in der Tat ueber allen Zweifel erhoben. Dieser Weg einen solchen Verkehr herzustellen unterscheidet sich jedoch wesentlich von allen andern, die bisher von wissenschaftlichen Maennern vorgeschlagen worden sind. In allen diesen fruheren Faellen konnte nur ein winziger Bruchteil der gesamten Energie, die den Planeten erreichte - so viel wie

moeglicherweise in einem Reflektor konzentriert werden konnte - von dem vermeintlichen Beobachter in seinem Instrumente verwertet werden. Aber durch die Mittel, welche ich entwickelt habe, werde er befahigt sein, den groesseren Teil der ganzen, nach dem Planeten uebertragenen Energie in seinem Instrumente zu konzentrieren, und die Moeglichkeit auf dieses einzuwirken ist dadurch millionenfach ver-groessert.

Ausser der Maschinerie zur Erzeugung von Schwingungen ^{von} der erforderlichen Kraft muessen wir empfindliche Mittel haben, welche geeignet sind, die schwachen Einfluesse, welche auf die Erde ausgeuebt werden, anzuzeigen. Auch fuer solche Zwecke habe ich neue Methoden vervollkommenet. Vermoege derselben werden wir unter Anderem auch instande sein, auf betrachtliche Entfernungen die Gegenwart eines Eisberges oder irgend eines anderen Gegenstandes auf dem Meere zu entdecken. Vermoege derselben habe ich auch einige neue irdische Phaenomena entdeckt, die noch unerklaert sind. Dass wir eine Botschaft nach einem Planeten senden koennen ist gewiss, dass wir eine Antwort erhalten koennen ist wahrscheinlich: der Mensch ist nicht das einzige geistbegabte Wesen in der Unendlichkeit.

Uebertragung elektrischer Energie ohne Draht auf jede Entfernung - Nun möglich - Das beste Mittel zur Steigerung der Kraft, welche die menschliche Masse beschleunigt.

Die wertvollste Beobachtung, die im Laufe dieser Forschungen gemacht wurde, war das ausserordentliche Benehmen der Atmosphäre gegen elektrische Impulse von uebermassiger elektromotorischer Kraft. Die Versuche zeigten, dass die Luft bei gewöhnlichem Druck entschieden leitend wurde, und dies eröffnete die wunderbare Aussicht, grosse Mengen elektrischer Energie fuer Industriezwecke ohne Draht auf weite Entfernungen zu uebertragen, eine Möglichkeit, an die man bis zu jener Zeit nur als einen Traum der Wissenschaft gedacht hatte. Weitere Nachforschungen enthüllten die wichtige Tatsache, ~~und zwar~~ dass die Leitungsfähigkeit, welche der Luft durch diese elektrischen Impulse von vielen Millionen Volt verliehen wurde, mit dem Grade der Verdünnung sehr rasch zunahm, sodass sehr maessig hohe Luftschichten, die leicht zugänglich sind, nach allen auf Versuchen begründeten Beweisen fuer Stroeme dieses Charakters ein vollkommener Leitungspfad ~~sind~~ ^{der} besser als ein Kupferdraht ~~ist~~, bilden.

So eröffnete die Entdeckung dieser neuen Eigenschaften der Atmosphäre nicht nur die Möglichkeit, Energie in grossen Mengen ohne Drahte zu uebertragen, sondern, was von noch groesserer

~~signifikant~~
Tragweite ist, sie lieferte auch die Gewissheit, dass Energie auf diese Weise ökonomisch übertragen werden konnte. In diesem neuen System ist es von geringer - in der Tat fast gar keiner - Bedeutung, ob die Übertragung auf einige Meilen oder auf einige tausend Meilen stattfindet.

Wenn ich auch eine beträchtliche Energiemenge, die von industrieller Bedeutung sein würde, noch nicht nach dieser neuen Methode auf grosse Entfernung übertragen habe, so habe ich mehrere Versuchsanlagen betrieben genau unter denselben Bedingungen, die in einer grossen Anlage dieser Art vorhanden sein werden, und die Ausführbarkeit des Systems ist vollkommen bewiesen. Die Versuche haben endgültig gezeigt, dass mit zwei Polen, ^{unter} erhalten in einer Höhe von nicht mehr als dreissig bis fünf-unddreissig tausend Fuss über dem Meeresspiegel, und mit einer Spannung von fünfzehn bis zwanzig Millionen Volt die Energie von tausenden von Pferdekraften (übermittelt) werden kann auf Entfernungen, die hunderte und, wenn noethig, tausende von Meilen betragen koennen. Ich hoffe jedoch, dass ich imstande sein werde, die Höhe, welche jetzt fuer die Endpole noethig ist, ^{sehr} ~~erheblich~~ zu vermindern, und zu diesem Zwecke folge ich einer Idee ~~von~~, die eine solche Verwirklichung verspricht. Es existiert natuerlich ein populueres Vorurteil gegen die Anwendung einer Spannung von Millionen von Volt, die Funken bis auf hunderte von Fuss ^{aussenden} ~~zu fliegen verursachen kann~~, aber, wie widersinnig es auch scheinen moege, das System, wie ich es in

einem technischen Werke beschrieben habe, gewahrt grossere personliche Sicherheit, als die meisten gewöhnlichen Verteilungsnetze, die jetzt in Städten gebraucht werden. Dies wird gewissermassen bezeugt durch die Tatsache, dass, obgleich ich solche Experimente seit einer Reihe von Jahren betrieben habe, weder ich noch irgend einer meiner Assistenten eine Verletzung davongetragen hat.

Um aber eine praktische Einführung des Systems möglich zu machen, sind noch eine Anzahl von wesentlichen Anforderungen zu erfüllen. Es ~~ist~~ genügt nicht, Vorrichtungen zu entwickeln, vermittels derer eine solche Uebertragung bewerkstelligt werden kann. Die Maschinerie muss von solcher Beschaffenheit sein, dass sie die Umwandlung und Uebertragung elektrischer Energie unter höchst oekonomischen und praktischen Bedingungen gestattet. Ferner muss denen, die sich mit der industriellen Ausbeutung natürlicher Kraftquellen, wie Wasserfällen, beschäftigen, ein Beweggrund geboten werden, es muss ihnen ein grosserer Gewinn auf das angelegte Kapital gesichert sein, als sie durch lokale Entwicklung des Eigentums erwerben können.

Von dem Augenblicke an, als die Beobachtung gemacht wurde, dass, im ^{Uebereinstimmung} ~~Gegensatz~~ zu der bestehenden Ansicht, niedrige und leicht erreichbare Schichten der Atmosphäre instande sind, Elektrizität fortzuleiten, ist die Uebertragung elektrischer Energie ohne

Drahte eine rationelle Aufgabe fuer den Ingenieur geworden, eine Aufgabe, die alle anderen an Wichtigkeit uebertrifft. Ihre praktische Loesung wuerde bedeuten, dass Energie fuer die Beduerfnisse des Menschen an allen Orten der Erde zur Veruegung stehen wuerde, nicht in kleinen Mengen, wie man sie durch geeignete Maschinen aus dem umgebenden Medium ziehen koennte, sondern in tatsaechlich unbegrenzten Quantitaeten, von Wasserfaellen. Der Export von Kraft wuerde dann zur Haupteinkunftsquelle werden fuer viele guenstig gelegene Laender, wie die Vereinigten Staaten, Canada, Central- und Sued-Amerika, die Schweiz und Schweden. Die Menschen koennten sich dann ueberall ansiedeln, mit wenig Muehe den Boden fruchtbar machen und verbessern, ~~und~~ duerre Wuesten in Gaerten verwandeln, und so ~~keim-~~ die ganze Erde umgestalten und zu einem passenderen Wohnort fuer die Menschheit ^{machen} gemacht werden. Es ist hoechst wahrscheinlich, dass, wenn sich auf dem Mars intelligente Wesen befinden, sie laengst diese selbige Idee verwirklicht haben, was die von Astronomen beobachteten Veraenderungen seiner Oberflaeche erklaren wuerde. Da die Atmosphaere auf diesem Planeten von bedeutend geringerer Dichtigkeit ist als die der Erde, waere die Aufgabe viel leichter.

Es ist wahrscheinlich, dass wir bald eine selbsttaetige Waermemaschine haben werden, die instande ist, massige Energiemengen aus dem umgebenden Medium zu ziehen. Es besteht auch eine Moeglichkeit, wenn auch eine geringe - dass wir elektrische Energie

unmittelbar von der Sonne gewinnen können. Dies dürfte der Fall sein, wenn die Maxwell'sche Theorie, nach welcher elektrische Lichtschwingungen jeder Geschwindigkeit von der Sonne ausgehen sollten, wahr ist. Ich bin noch mit der Untersuchung dieses Gegenstandes beschäftigt. Sir William Crookes hat in seiner schönen Erfindung, bekannt als das "Radiometer", bewiesen, dass Strahlen durch Stoss eine mechanische Wirkung hervorbringen können, und dies koennte zu wichtigen Enthuellungen bezueglich der Ausnuetzung der Sonnenstrahlen auf neuen Wegen fuehren. Andere Energiequellen moegen eroeffnet und neue Methoden Energie von der Sonne zu gewinnen entdeckt werden, aber keine dieser oder aehnlicher Errungenschaften werde an Wichtigkeit der Uebertragung von Kraft ^{durch das Medium} auf beliebige Entfernungen gleichkommen. Ich kann mir keinen technischen Fortschritt danken, der mit groesserer Wirksamkeit dahin streben wurde, die verschiedenen Elemente der Menschheit zu vereinigen, als dieser, und keinen, der mehr zu der menschlichen Energie hinzufuegen und sie mehr schonen wurde. Er wurde das beste Mittel sein zur Steigerung der Kraft, welche die menschliche Masse beschleunigt. Der bloss ^{ist} moralische Einfluss einer solch radikalen Neuerung wurde unberechenbar sein. Wenn andererseits an irgend einem Orte der Erde Energie mittels einer selbsttaetigen Waermemaschine oder auf andere Weise in beschaenkten Quantitaeten aus dem umgebenden Medium gewonnen werden kann, werden die Zustaende bleiben wie ~~jetzt~~ ^{jetzt}. Die

menschliche Leistung wird erhöht werden, aber die Menschen werden sich fremd bleiben, wie sie waren.

Ich vermute dass viele, nicht vorbereitet auf diese Resultate, die mir durch lange, vertraute Bekanntschaft einfach und selbstverstaendlich erscheinen, sie als noch weit von praktischer Anwendung entfernt betrachten werden. Solche Zurueckhaltung, und sogar Widerstand einiger ist eine ebenso nuetzliche Eigenschaft und ein ebenso noetiges Element *für* menschlichen Fortschritte, als die schnelle Empfaenglichkeit und der Enthusiasmus anderer. So erhöht eine Masse, die zuerst der Kraft widerstrebt, die Energie, wenn sie einmal in Bewegung gesetzt ist. Der wissenschaftliche Mann trachtet nicht nach einem sofortigen Resultate. Er erwartet nicht, dass seine fortgeschrittenen Ideen bereitwillig aufgenommen werden. Seine Arbeit ist wie die des Pflanzers - fuer die Zukunft. Seine Pflicht ist, den Grundstein zu legen fuer die, welche kommen werden, und ihnen den Weg zu zeigen. Er lebt und wirkt und hofft mit dem Dichter, der da sagt:

Schaff', das Tagwerk meiner Haende,
Hohes Glueck, dass ich's vollende!
Lass, o lass mich nicht ermatten!
Hein, es sind nicht leere Tracume:
Jetzt nur Stangen, diese Baeume,
Geben einst noch Frucht und Schatten!